

Doctorat Aix-Marseille Université délivré par l'Université de Provence

École Doctorale Cognition, Langage, Éducation ED 356

Mention Traitement Automatiques des Langues

UMR 6166 LIF – Équipe TALEP

Numéro attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

THÈSE

Pour obtenir le grade de

Docteur en Sciences du Langage

Discipline : Traitement Automatique des Langues

Thèse soutenue publiquement

par

Loïc Kervajan

Le 9 décembre 2011

Contribution à la traduction automatique Français / Langue des Signes Française (LSF) au moyen de personnages virtuels

Contribution à la génération automatique de la LSF

Directeur de thèse : **Jean Véronis**

Co-directeur : **Émilie Guimier De Neef**

Composition du jury :

Christian Retoré,	Professeur, Université de Bordeaux 1	Président - Rapporteur 1
Denis Delfitto,	Professeur, Université de Vérone, Italie	Rapporteur 2
Jean Véronis,	Professeur, Université de Provence, Aix	Directeur
Émilie Guimier De Neef,	Chercheur, France Telecom R&D, Lannion	Co-directeur

REMERCIEMENTS

Merci Jean, pour la confiance que vous m’avez accordée et votre disponibilité quand le besoin se faisait sentir et pour vos encouragements.

Merci tous les membres de l’équipe d’accueil chez France Télécom. Disponibles, vous avez répondu à chacune de mes demandes : en particulier les problématiques liées à l’écriture en utilisant des caractères acceptables par le système et la mise en place du format de sortie spécifique de la LSF sur la plateforme. En particulier Jérôme, pour avoir permis, en tant que chef du labo, de dégager 2 mois de ressources humaines et 15.000 € de budget supplémentaire pour l’adaptation du personnage virtuel « Diane » afin qu’elle puisse interpréter les commandes issues du traitement grammatical opéré par la plateforme de traduction automatique.

Merci Emilie, pour tout le temps que tu as consacré à m’épauler dans cette tâche complexe que fut la prise de contact avec la plateforme. Merci infiniment pour le regard noble de linguiste que tu as su porter sur la LSF en me permettant de prendre du recul et d’observer les objets sous des angles différents. Merci pour tes enseignements : si je suis devenu linguiste, c’est bien à tes côtés.

Merci l’équipe de Polymorph, pour le travail remarquable effectué sur le moteur d’animation et sur le personnage virtuel et pour l’intérêt que vous avez porté au projet.

Merci Jérémie pour les éclairages que tu m’as donnés sur ta langue et pour la maîtrise que j’en ai aujourd’hui après avoir travaillé à tes côtés.

Merci Leila, pour ton accueil, la confiance que tu m’as témoignée et les conseils éclairés pour la rédaction du manuscrit.

Merci Sév’ et Mik’ et merci Abrie, pour avoir fait ponctuellement de vos maisons respectives un lieu de retraite où j’ai pu faire des sessions de rédaction dans un esprit d’autisme sans concession !

Merci Fred, pour avoir fait la nounou pendant ce temps là, mais surtout pour avoir su, à point nommé, me donner l'ultime coup de pied au derrière me permettant de réinvestir ma thèse presque'achevée mais à laquelle j'avais quasiment renoncé.

Merci Gwen, pour le regard que tu portes sur mon chemin.

Merci Maman, pour ta confiance.

Merci, tout le monde, pour ta patience.

Merci les amis, la famille pour votre présence.

Merci, Nicolas, Jean-Louis, Leila, Maman, mes relecteurs finaux.

Merci, Emilie, Jean pour votre entente autour de mon projet.

Merci, membres du jury et rapporteurs, pour avoir accepté de vivre la soutenance avec moi.

Merci aux interprètes en LSF pour votre prestation ayant permis de ne pas laisser les Sourds en marge de la soutenance.

Enfin, Merci Valérie pour avoir supporté les cliquetis du clavier et la lumière dans la chambre toute la nuit pour les derniers jours d'écriture du manuscrit. Mais surtout, merci pour ta patience infinie et le relais parental que tu as souvent assumé seule pour que je puisse mener de front la thèse et la création d'une entreprise.

Et, merci mes enfants, ma force vitale !

Les vignettes des dessins des signes LSF sont, pour la plupart tirées des dictionnaires IVT.

Copyright © 1997 International Visual Theater – Éditions IVT

Les vignettes utilisées pour illustrer Sign Writing ont été reprises sur le site du *Center For Sutton Movement Writing, Inc.*

Copyright © 1996-2010

La codification d'HamNoSys ne semble pas soumise à droits.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	iii
Table des matières	vii
Table des figures	xi
Liste des Signes	xiii
Liste des tableaux	xv
liste des exemples	xvii
Conventions de notation	xxi
Conventions de transcription	xxiii
1 Partie théorique	xxiii
2 Partie pratique	xxiv
 Introduction	 1
 Chapitre I : ÉTAT de l’art	 9
1 La LSF : ressources, édition et notation	10
1.1 Ressources	10
1.2 Systèmes d’écriture et de transcription	15
1.3 Edition de la LSF	23
1.4 Conclusion	26
2 LSF : Éléments de grammaire descriptive	26
2.1 Notions élémentaires sur la LSF	27
2.2 Approches théoriques descriptives des langues signées	31
2.3 Quelles unités pour les langues signées ?	39
2.4 Phonologie ou « paramétrie » des langues signées ?	41
2.5 Modèle du morphème des langues signées	53
2.6 Éléments de grammaire	59
2.7 Conclusion	71
3 Hypothèse	71
3.1 D’une langue écrite vers une langue « à tradition orale »	71
3.2 Démarche vers le traitement automatique des langues	73

Chapitre II : Les Spécifications Linguistiques pour le traitement automatique.....	75
1 Notions de grammaire	75
1.1 Catégorie et fonction	76
1.2 Un mot, un signe	77
1.3 Nominalisation	79
1.4 Conclusion	80
2 Spécifications pour le lexique de la LSF.....	80
2.1 Nom.....	80
2.2 Verbe	87
2.3 Modificateurs	102
2.4 Signes outils.....	113
3 Les temps, les modes et la prosodie.....	118
3.1 Les temps.....	118
3.2 Les modes	120
3.3 La prosodie	121
4 Conclusion.....	121
Chapitre III : Cadre applicatif de la thèse	125
1 Description de l'environnement	125
1.1 Présentation de la plate-forme technique du laboratoire	126
1.2 Architecture générale	129
2 Formats standards	130
2.1 Dictionnaire lexical de la LSF	131
3 Traduire automatiquement du français vers la LSF.....	132
3.1 Transcription adoptée pour le traitement automatique.....	132
3.2 Gestion des flexions	135
3.3 Gestion des différents modèles morpho-lexicaux.....	137
3.4 Illustration du fonctionnement de la traduction automatique	140
3.5 Implémentation des données de la LSF.....	146
4 Respect des spécificités linguistiques	152
4.1 Construction des règles syntaxiques	152
4.2 Illustration.....	152
4.3 Applications	155
5 Conclusion.....	156

Chapitre IV : Mise en Forme du Signifiant	157
1 Personnages virtuels.....	157
1.1 Avatars et analyse du discours.....	157
1.2 Synthèse de gestes.....	158
1.3 Renvoi vers l'État de l'art sur le Traitement de l'image appliqué à la LSF	159
1.4 L'agent virtuel de FT R&D	166
2 Spécifications pour la synthèse de gestes.....	170
2.1 Approche initiale.....	170
2.2 Définitions pour un contexte particulier de mise en forme	173
2.3 Méthodologie	174
2.4 Représentation des entrées lexicales	177
2.5 Exemple d'un énoncé complexe pour l'interface avec la synthèse de gestes.....	178
3 Conclusion.....	179
Chapitre V : Evaluation et Perspectives	181
1 Évaluation.....	181
1.1 Protocole d'expérimentation pour l'évaluation	181
1.2 Éléments évalués.....	182
1.3 Notre propre évaluation.....	188
2 Perspectives	192
2.1 Difficultés rencontrées et limites actuelles	193
2.2 Éléments à travailler.....	193
2.3 Développements.....	198
3 Conclusion.....	200
Conclusion	201
Références.....	204
1 Documents.....	204
2 Cinéma	210
3 Internet	210
Glossaire	215
Annexes	221

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison autour du signe « lire ».....	20
Figure 2 : Éditeur de partition, aspect graphique pour la saisie	21
Figure 3 : Mise en évidence d'un chérème (Phonème)	40
Figure 4 : Paramètres de formation du geste (Kervajan, 2006).....	43
Figure 5 : Directions – Orientations.....	48
Figure 6 : Direction du mouvement selon HamNoSys	49
Figure 7 : La direction de l'index selon HamNoSys	49
Figure 8 : L'orientation de la paume de la main selon HamNoSys.....	49
Figure 9 : Modèle du morphème oral.....	53
Figure 10 : Morphème Gestuel, détail pour une main.....	58
Figure 11 : Préfixe, suffixe et transfixe dans l'accord verbal en LSF	66
Figure 12 : travailler sur des champs restreints.....	73
Figure 13 : Hiérarchie des classes.....	84
Figure 14 : Effet de zoom.....	85
Figure 15 : Représentation paramétrique.....	95
Figure 16 : Représentation morpho-syntaxique.....	95
Figure 17 : Accord entre le verbe et le nom	96
Figure 18 : Relation entre le verbe et les actants	99
Figure 19 : Un grand tableau (peinture).....	105
Figure 20 : Un homme marche péniblement	106
Figure 21 : Le loup, affreux, avec ses grandes oreilles, (...)	106
Figure 22 : Propagation de l'accord.....	108
Figure 23 : Contamination du modificateur à travers l'accord verbal.....	108
Figure 24 : Agrégation des transfixes	109
Figure 25 : Triangle de Vauquois.	127
Figure 26 : Briques linguistiques d'analyse de TiLT.	128
Figure 27 : Tilt, briques et modules du système complet : analyse et génération	130
Figure 28 : Chaîne de traduction de TiLT	140
Figure 29 : Arbre allégé de l'analyse en grammaire de dépendance donné par TiLT	141
Figure 30 : Arbre de la Figure 29 réinterprété.....	141
Figure 31 : Graphe conceptuel correspondant à la phrase « il pense que je tousserai demain. »	142
Figure 32 : Graphe conceptuel initial de l'énoncé « j'ai mal au dos ».....	143
Figure 33 : Graphe conceptuel transformé de l'énoncé « j'ai mal au dos ».....	143
Figure 34 : Proto-arbre allégé, généré à partir du graphe de la Figure 31	144
Figure 35 : Arbre de dépendance allégé issu du proto-arbre de la Figure 34.....	145
Figure 36 : Arbre de dépendance réinterprété issu du proto-arbre de la Figure 34	146
Figure 37 : Graphe conceptuel correspondant à l'énoncé « donnez-moi du dentifrice ».....	153
Figure 38 : Règle de grammaire pour l'attachement du THEME.....	154
Figure 39 : Arbre syntaxique non-linéarisé généré pour « dentifrice donner'tu'je'bco »	154
Figure 40 : Extrait du fichier de primitives pour le signe PRESENTE	160
Figure 41 : Interface Visicast.....	163
Figure 42 : Schéma global.....	168
Figure 43 : Instanciation de la séquence	169
Figure 44 : Structure de l'humanoïde	170
Figure 45 : Interface de l'avatar développé par <i>Polymorph Software</i>	184
Figure 46 : Positions d'attente de l'avatar	184
Figure 47 : PLANTE JE ARROSER	189
Figure 48 : [il]-DIRE-[je].....	190
Figure 49 : [il]-DONNER(y)-[je].....	190
Figure 50 : JE PENSER DEMAIN PLANTE JE ARROSER.....	191
Figure 51 : Captures d'écran du prototype de service bancaire.....	199

LISTE DES SIGNES

Signe 1 : BACK (as in "give something back").....	28
Signe 2 : « Do »	28
Signe 3 : INFIRMIER	46
Signe 4 : BUS	46
Signe 5 : MAISON	46
Signe 6 : POINTÉ.....	46
Signe 7 : [il]-DIRE-[je]	46
Signe 8 : REGARDER.....	55
Signe 9 : [tu]-REGARDER-[me].....	55
Signe 10 : REGARDE-MOI !.....	55
Signe 11 : BONJOUR	55
Signe 12 : MERCI	55
Signe 13 : PI	56
Signe 14 : DIVERS, ETC.....	56
Signe 15 : BULLDOZER.....	56
Signe 16 : DOMMAGE	57
Signe 17 : GAGNÉ	57
Signe 18 : MOI ?	57
Signe 19 : MOI !.....	57
Signe 20 : BON, REPUS, CONTENT	58
Signe 21 : MAL-AU-VENTRE	58
Signe 22 : APERCEVOIR.....	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Trois variations de la main plate.....	44
Tableau 2 : Une pince entre pouce et index ou majeurs, autres doigts relevés	45
Tableau 3 : Trois, Quatre ou « W » ?.....	45
Tableau 4 : Index tendu, les autres doigts en pince avec le pouce ou poing fermé ?	46
Tableau 5 : Représentation de bas niveau du verbe en LSF	95
Tableau 6 : Mécanismes de détermination	135
Tableau 7 : Modèle flexionnel du verbe DIRE	137
Tableau 8 : Nomenclature pour la typologie verbale	139
Tableau 9 : Exemple d'implémentation d'une glose.....	171
Tableau 10 : Comparaison de deux gestes.....	172
Tableau 11 : Profils des évaluateurs.....	182
Tableau 12 : Liste des énoncés proposés aux évaluateurs	187

LISTE DES EXEMPLES

(1)	TABLE <i>table</i>	23
(2)	HOMME{ L, 1, u, s, d, ... } <i>Homme</i>	23
(3)	[je]-DONNER(c)-[tu] je te donne (un objet rond préhensible par une main).....	23
(4)	[locA]-AVION-[locB] aller de A à B en avion.....	23
(5)	S.D.F. (/ɛs/de/ɛf/) devenant SDF (/ɛsdeef/).....	29
(6)	A.N.P.E.D.A. (/a/en/pe/œ/de/a/) devenant Anpeda (/ãpeda/).....	29
(7)	C.D.R.O.M. (/se/de/ɛk/o/ɛm/) devenant cédérom et se lisant /sederom/.....	29
(8)	Maintenant je suis dans la route vers chez toi.....	29
(9)	J espere que tu me fais a la confiance.....	29
(10)	La nuit je dors tjs en tard.....	30
(11)	I interprete lui appelle.....	30
(12)	on se discute.....	30
(13)	Manger (verbe) vs Manger (substantif masculin).....	60
(14)	IL PARAÎTRE MALADE => « Il paraît malade »/« Il paraît être malade ».....	60
(15)	IL AVOIR-L-AIR MALADE => « Il a l'air malade »/« Il a l'air d'être malade ».....	60
(16)	MALADE(épaules-je) <i>Je suis malade</i>	60
(17)	MALADE(épaules-tu) <i>Tu es malade</i>	60
(18)	QUAND puis OÙ puis QUI puis QUOI puis COMMENT.....	61
(19)	VIN PREFERER BORDEAUX JE <i>Comme vin, c'est le Bordeaux que je préfère</i>	62
(20)	JUGE-[locA] AVOCAT-[locB] [locB]-TELEPHONER-[locA] <i>L'avocat téléphone au juge</i>	63
(21)	Enoo000ÔÔ0orrrme Caisse !.....	70
(22)	Je le fais manger vs je fais le manger.....	76
(23)	BATEAUoGROS.....	79
(24)	Petitement = petite + ment.....	79
(25)	JEUNE (adj) > JEUNE (N).....	79
(26)	FEMME{d, u, n, 1, 4, ... }.....	81
(27)	VOITURE{mph} SE-DÉPLACER(mph) <i>La voiture se déplace</i> (la voiture est conduite).....	82
(28)	VOITURE{bco} PRENDRE(bco) <i>Une voiture est déplacée</i> (la voiture est un jouet).....	82
(29)	VOITURE{mph} ÊTRE-DÉPLACÉ-PAR-UNE-GRUE(crochet) <i>Une voiture est déplacée</i>	82
(30)	[LocJe]-DIRE-[LocTu] <i>Je te dis</i>	88
(31)	LYON-[LocA] AIX-[LocB] [LocA]-ALLER-[LocB] <i>Je vais de Lyon à Aix</i>	88
(32)	TU PENSER <i>Tu penses</i>	91
(33)	PLANTE[Locc] [Locc]-ARROSER <i>J'arrose une plante</i>	91
(34)	JUGE[locB] AVOCAT[locA] [locA]-DIRE-[locB] <i>L'avocat dit au juge</i>	92
(35)	MONTREAL[locB] MARSEILLE[locA] [locA]-AVION-[locA] <i>Je vais de Mars à Mtrl en avion</i>	92
(36)	VOITURE{mph} AVANCER(mph) <i>La voiture avance</i>	92
(37)	HOMME{d} SE-DÉPLACER(d) <i>L'homme se déplace</i>	92
(38)	HOMME{L} MARCHER(L-L) <i>L'homme marche</i>	92
(39)	PIÈCE-DE-MONNAIE{pince} SAISIR(pince) <i>Je saisis la pièce de monnaie</i>	92
(40)	TOM[locB] ZOE[locA] LIVRE{bco} [locA]-DONNER(bco)-[locB] <i>Zoe donne un livre à Tom</i>	92
(41)	CUISINE[locB] GARAGE[locA] CAISSE{o-o} [locA]-DÉPLACER(o-o)-[locB]..... <i>Je déplace la caisse du garage à la cuisine</i>	92
(42)	HOMME{ 1} DEUX SUIVRE(1-1) <i>Deux hommes se suivent</i>	93
(43)	HOMME{d} DEUX SE-RENCONTRER(d-d) <i>Deux hommes se rencontrent</i>	93
(44)	MOTO{mpv} VOITURE{mph} SUIVRE(mph-mpv) <i>La moto suit la voiture</i>	93
(45)	MOTO{mpv} VOITURE{mph} SE-RENCONTRER(mph-mpv) <i>La moto et la voiture se rencontrent</i>	93
(46)	HOMME{d} FILLE{2} SE-RENCONTRER(D-2) <i>Un homme rencontre deux filles</i>	93
(47)	SE-DÉPLACER(Liste Proformes).....	94
(48)	[Liste Loc]-DONNER(Liste Proformes)-[Liste Loc].....	95
(49)	[je]-DONNER(c)-[tu] <i>Je te donne (un objet cylindrique)</i>	95

(50)	VERRE{c} [je]-DONNER(c)-[tu] <i>Je te donne un verre</i>	96
(51)	VERRE{c, pince, 3, boo, ...}	96
(52)	VOITURE{C} C [loc _{à coté du C}]-MONTER(n)-[loc _{IntérieurDuPouceDeC}].....	98
(53)	VOITURE{C} C [loc _{à coté du C}]-MONTER(n)-[loc _{IntérieurDuPouceDeC}].....	98
(54)	AVOCAT[loc _B] JUGE[loc _A] [loc _A]-DIRE-[loc _B] <i>Le juge dit à l'avocat</i>	101
(55)	SALON[loc _B] CUISINE[loc _A] [loc _A]-ALLER-[loc _B] <i>Je vais de la cuisine au salon</i>	101
(56)	BEAU, GENTIL, INTELLIGENT, etc.	103
(57)	FEMME{d} BEAU PASSER(d) <i>Une belle femme passe</i>	103
(58)	BEAUCOUP, TRÈS, LOURD, PETIT, etc.	104
(59)	TABLEAU{L} GRAND(mpv-mpv) <i>Un grand tableau</i>	104
(60)	TABLEAU{L} GRAND(L-L) <i>Un grand tableau</i>	105
(61)	HOMME{mph} GRAND(mph) <i>Un grand homme</i>	105
(62)	CLOU{c} GRAND(c) <i>Un grand clou</i>	105
(63)	CLOU{d} GRAND(d-d) <i>Un très grand clou</i>	105
(64)	CAISSE{o-o} o-o(traits de lourdeur).....	110
(65)	CAISSE{o-o} LOURD(o-o).....	110
(66)	CAISSE{o-o} LOURD(o-o) [loc _A]-DÉPLACER(o-o)○(LOURD)-[loc _B] <i>Déplacer la lourde caisse</i> ... 110	
(67)	CAISSE{o-o} [loc _A]-DÉPLACER(o-o)○(VITE)-[loc _B] <i>Déplacer rapidement la caisse</i>	111
(68)	CAISSE{o-o} LOURD(o-o) [loc _A]-DEPLACER(o-o)○(LOURD)○(VITE)-[loc _B]	111
	<i>Déplacer rapidement la lourde caisse</i>	111
(69)	CAISSE○(GRAND).....	112
(70)	CAISSE{mpv-mpv} GRAND(mpv-mpv).....	112
(71)	CAISSE{mpv, o-o} GRAND(mpv-mpv) [loc _A]-DÉPLACER(o-o)○(GRAND)-[loc _B].....	113
	<i>Je déplace la caisse qui est grande de a vers b ou La caisse est grande ; je la déplace de a vers b</i> .	113
(72)	CAISSE{o-o}○(GRAND) [loc _A]-DÉPLACER(o-o)○(GRAND)-[loc _B]	113
	<i>Je déplace la grande caisse de a vers b</i>	113
(73)	HOMME TROISIÈME ARRIVER <i>Le troisième homme arrive</i>	115
(74)	TROISIÈME ARRIVER <i>Le troisième arrive</i>	115
(75)	ARRIVER TROISIÈME <i>Il arrive le/en troisième</i>	115
(76)	NOUS-DEUX, NOUS-QUATRE, VOUS-TROIS, EUX-QUATRES, etc.	117
(77)	MOI-MÊME, TOI-MÊME, etc.	117
(78)	Mon frère, sa femme, elle est malade <i>La femme de mon frère est malade</i>	117
(79)	Tu continues ? (pause) je m'en vais ! <i>Si tu continues, je m'en vais !</i>	117
(80)	Format standard pour le dictionnaire lexical.....	131
(81)	donner > donn + ais = donnais	131
(82)	manger > mang + e + ais = mangeais	131
(83)	[loc _A]-DONNER(bco)-[loc _B]	133
(84)	donner'a'b'bco.....	133
(85)	caisse <i>caisse</i>	134
(86)	<SIGNE ID="caisse"/>	134
(87)	donner'je'tu'bco <i>Je te donne (qqch de plat et légèrement épais)</i>	134
(89)	JUGE[loc _B] AVOCAT[loc _A] [loc _A]-DIRE[loc _B] <i>L'avocat dit au juge</i>	136
(90)	PLANTE[loc _C] [loc _C]-ARROSER <i>J'arrose la plante</i>	136
(91)	juge'b avocat'a dire'a'b <i>L'avocat dit au juge</i>	136
(92)	plante'c arroser'c <i>J'arrose la plante</i>	136
(93)	dire'a'b <i>a dit à b</i>	136
(94)	dire'il'li <i>Il lui dit</i>	136
(95)	CAISSE○(GRAND) <i>grande caisse</i>	138
(96)	Il me faudrait de l'aspirine ⇔ I need aspirin	142
(97)	J'ai des nausées ⇔ I feel sick	142
(98)	J'ai mal au dos ⇔ My back hurts	143
(99)	IL PENSER DEMAIN JE TOUSSER.....	146
(101)	Donnez-moi du dentifrice	153
(102)	Dentifrice donner'tu'je'bco	153
(103)	dentifrice donner'tu'je'bco	154
(105)	<SIGNE> <ID="garçon"/><TYP=NOTVAR/></SIGNE>	177
(106)	<SIGNE> <ID="garçon"/><TYP=VAR/> TRAITS="grand" ; "torse bondé"/></SIGNE>.....	177
(107)	<SYNTHESE_SIGNES> (...) je te donne la lourde caisse (...).	178

CONVENTIONS DE NOTATION

ASL	American Sign Language
Auslan	Australian Sign Language
GNM	Geste(s) Non Manuel(s)
LSF	Langue des Signes Française
LSQ	Langue des Signes Québécoise

CONVENTIONS DE TRANSCRIPTION

1 Partie théorique

Le **geste-racine** est noté en majuscules. Le mot français utilisé pour faire référence au signe – la glose – est une étiquette qui ne renvoie qu’à un signifié et en aucun cas aux signifiants possibles du français. La **traduction en français** est notée en italique :

- **TABLE** *table*

L’ensemble des traits possibles associés au geste-racine susceptibles d’être réutilisés par d’autres signes est noté **entre accolades** :

- **HOMME{ L, l, u, s, d, }** *homme*

Pour simplifier, seuls les traits utiles à la démonstration du moment seront notés :

- **HOMME{d}** signifie que l’on va utiliser la proforme {d} de HOMME dans la suite.

L’ensemble des traits effectifs agglutinés au geste-racine est noté **entre crochets** pour les **affixes de type phonologiques** (les lieux de départ et d’arrivée) et **entre parenthèses** pour les **affixes de type morphologiques** associés à la racine :

- **[je]-DONNER(c)-[tu]** *Je te donne (un objet préhensible par une main)*
- **[locA]-AVION-[locB]** *Aller de A à B en avion*

Pour davantage de détails, aller au chapitre 1, section 0, p. 22.

La notation des signes complexes (agglutinés) se fait en utilisant le symbole « ○ » :

- **PÉNIBLEMENT○MARCHER**
- **AFFREUX○LOUP**

Pour davantage de détails, aller au chapitre 2, section 0, p. 102.

2 Partie pratique

Sur le plan informatique, la notation a deux niveaux :

- La notation de surface, donnant un aperçu rapide et linéarisé de la notation profonde :

- Le signe invariable est noté par sa glose en minuscule :

▪ GARÇON > **garçon**

- Le signe variable est noté par la glose en minuscule de son radical auquel sont accolés des éléments de flexion (préfixe, suffixe, transfixe), chaque élément étant séparé par une apostrophe :

▪ [loc_A]-DONNER(bco)-[loc_B] > **donner'a'b'bco**

- La notation de la structure profonde suit un format XML.

- Pour un geste typé « non variable » comme GARÇON :

```
<SIGNE>
  <ID="garçon"/>
  <TYP=NOTVAR/>
  <TRAITS="grand" ; "torse bondé"/> *
</SIGNE>
```

* Ces variations ne sont pas abordées comme relevant d'une flexion et la transcription de surface reste inchangée.

- Pour un geste typé « variable » comme [je]-DONNER(bco)-[tu] :

```
<SIGNE ID="DONNER_IL-JE">
  <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
    <CONFIG>
      <START ID="BCO"/>
      <END ID="BCO"/>
    </CONFIG>
  </CHANNEL>
</SIGNE>
```

Pour davantage de détails, aller au chapitre 3, section 0, p. 132.

INTRODUCTION

La France compterait 5 182 000¹ déficients auditifs (8,7 % de la population) parmi lesquels 302 900 sont déficients auditifs profonds, 1 429 800 sont déficients auditifs moyens à sévères et 3 449 300 sont déficients auditifs légers à moyens. Parmi les premiers, tous n'utilisent pas la Langue des Signes Française (LSF), en particulier les personnes nées dans un environnement d'entendants. Cependant la LSF est également pratiquée par les déficients auditifs sévères. Cela porte à 119 000 le nombre de personnes pour lesquelles la LSF est la langue première (unapeda.asso.fr, 2008).

Au-delà du simple handicap, le fait d'être sourd est un facteur qui accroît le risque de faire partie des personnes touchées par l'illettrisme (celui-ci concerne de 60 à 80 % des sourds de naissances (Gillot, 1998)) et par le chômage (qui concerne 15 % des sourds sévères et 30 % des sourds profonds (unapeda.asso.fr, 2005)). Par ailleurs, ce handicap dont la vraie dimension se révèle au niveau de la communication, conduit les sujets à l'isolement, quand il ne s'agit pas de marginalisation. A titre d'exemple, 29 % des hommes et 22 % des femmes entre 25 et 40 ans ne sont pas mariés contre 8,7 % chez les entendants (Quid.fr, 2007). Un des moyens pour briser cet isolement est l'apprentissage de la LSF. Aujourd'hui environ 119 000 Sourds² pratiquent la LSF pour autant d'entendants, ce qui représente un total de 238 000 personnes. Certaines sources avancent le chiffre de 300 000 locuteurs sourds de la LSF (Quid.fr, 2007). En général, dans l'entourage de la personne sourde, seule la famille, parfois quelques amis, font l'effort d'apprendre la LSF. Cependant, dans ses relations avec les administrations, les commerces ou encore au travail, elle se retrouve souvent coupée du

¹ D'après une étude de la DREES (Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques), source reprise sur le site de l'UNAPEDA (unapeda.asso.fr, 2008).

L'utilisation du conditionnel est ici incontournable puisque, en France, les recensements ne peuvent relever des caractéristiques personnelles liées à la situation de handicap des personnes. Les chiffres sont obtenus à partir de recoupement de données construites sur la déclaration volontaire des personnes. Si l'on s'en réfère aux statistiques des pays européens, la France compterait 8 000 000 de déficients auditifs dont 300 000 seraient locuteurs de la LSF.

² Sourd (substantif avec une majuscule) est la forme correcte pour l'appellation de la personne sourde locutrice de la LSF. Ce graphisme est revendiqué par les Sourds. Il renvoie à leur identité comme appartenant à une communauté au sein de laquelle la LSF est partagée et participe pleinement de la réalité d'une culture sourde.

monde. De plus, la dissémination géographique des Sourds, ainsi que le faible nombre d'interprètes rend difficile la mise en place d'accueils adaptés dans les administrations ou entreprises. Au moment où nous commençons notre thèse, la France comptait 150 interprètes en France, dont 5 en Provence Alpes Côte d'Azur ((Afils, 2007), (Afils.fr, 2007))³. Deux ans plus tard, la situation avait bien évolué avec 260 interprètes, dont 15 en Provence Alpes Côte d'Azur ((LangueDesSignes.com, 2009), ILS-Stats, (2009)), mais cela reste très insuffisant compte-tenu des attentes et des besoins, comme en témoignent leurs agendas actuellement saturés deux mois à l'avance. Ce dernier élément signifie qu'aujourd'hui, seules les situations anticipées de longue date sont prises en compte.

Pourtant, la loi du 11 février 2005 (Handicap.gouv.fr, 2007), dite « pour l'égalité des droits et des chances », oblige, à horizon 2015, tous les lieux accueillant du public à se rendre accessibles et à rendre leur communication accessible en fonction des possibilités du public. Imaginer un interprète humain dans chaque entité concernée est utopique. C'est pourquoi le développement des technologies du traitement automatique des langues et de l'imagerie doit être encouragé pour fournir un premier niveau d'accessibilité, complété si besoin par une intervention humaine. L'ambition de cette thèse est de montrer qu'il est technologiquement possible de rendre accessible aux Sourds tout un pan de l'information et des services auxquels ils n'ont pas accès aujourd'hui. A titre d'exemple, de nombreuses entreprises utilisent aujourd'hui des systèmes de traitement automatique de requêtes clients via des plateformes téléphoniques audio-vocales, ouvertes 7 jours sur 7 (perte ou vol de chéquiers et cartes bleues, paiement de factures, consultation d'informations personnelles, déclarations de situations, etc.)

Les travaux sur les interfaces des outils de communication utilisant la vidéo sont multiples et les applications commencent à être de bonne qualité. Par ailleurs les avancées sur le traitement d'image commencent à être significatives. Cependant, les travaux en traitement automatique restent discrets et les recherches en linguistique sur la LSF sont, en France, davantage orientées sur l'observation de la langue en situation de production spontanée. Cela a permis des avancées remarquables sur les questions jusqu'ici ignorées ou portées hors champ de l'étude linguistique comme notamment l'[iconicité](#) et le [transfert](#). Pourtant, la recherche en traitement automatique a besoin de commencer par une description de bas niveau, c'est-à-dire la manière dont la langue est construite, bout par bout.

³ L'AFILS comptabilise comme *interprètes* les « membres AFILS, diplômés ou certifiés par une carte professionnelle délivrée par l'AFILS, détenteurs d'une carte membre AFILS et qui respectent le code déontologique des interprètes. »

Les travaux sur les Langues des Signes ont commencé avant l'heure de la Linguistique avec l'Abbé Charles Michel de L'Épée (1712 - 1789) qui, malgré l'influence incontestable des croyances de son époque, avait une approche linguistique très moderne. En effet, selon ses propres mots (De l'Épée, 1784) « *ce n'est point la prononciation des mots qui fait entendre leur signification (...) nous n'y aurions attaché aucune idée, si on n'eut (sic) pas montré en même temps les objets qu'on vouloit désigner par ces noms* » ; ce que Ferdinand de Saussure (1916) conceptualisera comme l'[arbitraire](#) du signe quelque cent cinquante ans plus tard. De même il percevait les notions mises en place dans le [triangle sémiotique](#) : « *le signe de la main a été le seul moyen par lequel nous avons appris à unir l'idée [le [signifié](#)] de ces objets [les [référents](#)] avec les sons qui frappaient nos oreilles [le [signifiant](#)]* ».

D'autres travaux avaient ouvert une voie encourageante : Auguste Bébien (Renard, 2004), le deuxième successeur de l'Abbé de l'Épée, avait décrit la LSF comme une langue à part entière en appuyant sa démonstration selon les mécanismes de la [double articulation](#) qui seront érigés en principes de linguistique générale par André Martinet (1960). Rémi Valade (1854) avait, quant à lui, proposé une description très fine et en avance sur son temps de la LSF. Il faudra attendre les travaux de William Stokoe (1960) aux Etats-Unis, pour aller plus loin.

En France, l'évolution de l'approche scientifique fut étroitement liée au contexte politique et philosophique : en 1991, la conscience politique sortit d'une démarche exclusivement [oraliste](#) par le biais de la « Loi Fabius » qui autorisa le choix par les parents d'enfants sourds entre un enseignement bilingue (LSF et français) et un enseignement purement oraliste. Cette loi n'explicite pas la reconnaissance de la LSF comme une langue à part entière mais contribue à la lente évolution de son statut : il avait fallu attendre 1977 pour voir lever l'interdiction de la LSF dans l'enseignement par le ministère de la Santé⁴. En effet, en 1880 les résolutions du Congrès de Milan avaient établi en Europe la préférence pour la « méthode orale pure » sur la « méthode mimique ». Celle-ci fut appliquée drastiquement en France, où l'on remercia les enseignants sourds en 1887. La LSF devint clandestine et ne fut plus pratiquée que dans les cercles restreints des familles ayant en leur sein plusieurs personnes sourdes. Ce n'est qu'un siècle plus tard, en 1978, que l'on vit le retour de la LSF d'abord dans les cours du soir puis graduellement dans les classes. Quatorze ans plus tard, en 1991, l'article

⁴ La prise en charge des enfants sourds dans les instituts spécialisés relevait à l'origine du Ministère de la santé. Elle a ensuite intéressé le Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, le Ministère du travail, de l'emploi et de la santé et le Ministère des Solidarités et de la Cohésion sociale. L'ensemble du financement de l'accompagnement des Sourds dépend généralement de plusieurs Ministères.

33 de la nouvelle loi proposait le choix libre d'un [bilinguisme](#) d'association entre la LSF et la langue française écrite et orale.

Pourtant, en juillet 1998, une interprétation particulière était donnée à cette loi, puisque selon M. Claude Allègre (1998), alors Ministre de l'Éducation Nationale, « *Il n'est pas envisagé actuellement de reconnaître la LSF comme une langue vivante* ». (Annexe I).

Cependant, un tournant majeur fut marqué le 13 février 2002 par M. Jack Lang (2002), Ministre de l'Éducation Nationale qui débutait ainsi son discours (Annexe II) autour de l'introduction de la LSF à l'école :

« C'est avec un immense plaisir que nous vous recevons aujourd'hui pour évoquer la Langue des Signes Française. Nous sommes ensemble pour ouvrir des perspectives. Nous souhaitons ainsi réparer symboliquement une injustice ancienne. (...) »

Les phrases clefs de son discours (surlignées dans l'annexe II) montrent incontestablement que, pour le Ministère de l'Éducation Nationale, la LSF devenait une langue au même titre que les autres. Cependant, le quotidien des personnes sourdes qui pratiquent la LSF n'a que peu évolué depuis. La politique d'application permettant l'intégration et le développement de la LSF au sein du système scolaire s'est longtemps fait attendre. Si les programmes scolaires de LSF du primaire au CAPES ont été créés et diffusés par l'Inspection Académique Nationale, les moyens humains de leurs mise en place restent dépendants de la bonne volonté des rares enseignants déjà sensibilisés à la LSF ou désireux de le devenir. Par contre, au sein des différents services publics, les signaux de cette politique d'application restent très discrets. De plus, malgré cette prise en compte de la LSF comme langue à part entière, tant par la politique que par un nombre croissant de linguistes, la représentation commune semble ne pas avoir beaucoup évolué. En effet la nécessité d'explicitier l'ensemble du contexte de cette thèse à tout type de public (interventions dans les entreprises, conférences universitaires, discussions « à la volée », etc.) montre qu'en dehors des milieux engagés (les locuteurs eux-mêmes et les « curieux » scientifiques ou pédagogues) la LSF n'est pas appréhendée comme une langue propre : elle garde un statut de « code » et n'est perçue que comme une mise en geste du français à l'image du braille qui est la mise en relief des lettres de l'alphabet. De plus cette codification participerait d'un appauvrissement du message, au regard de la richesse du français. Dans cette logique de code différent d'une langue, le quidam – même linguiste – parle du « langage des signes », du « langage des sourds ». Les premières questions qui

viennent à l'esprit des personnes s'intéressant pour la première fois au sujet montrent qu'il est difficile d'imaginer que les langues des signes fonctionnent comme n'importe quelle autre langue, *i.e.* que leur émergence est spontanée – non inventée⁵ – et qu'il y a autant de langues des signes qu'il y a de communautés de Sourds⁶.

Cependant, la situation devrait évoluer avec la mise en place des décrets d'application de la dernière loi du 11 février 2005 « Pour l'égalité des droits et des chances ». En effet, la loi fait, de fait, passer la LSF du statut de langue scolaire à celui de langue nationale puisque dans le cadre de cette loi, « l'accès à l'information pour tous », les services publics – au sens large – doivent désormais proposer l'information aux Sourds en LSF. Ainsi, cette dernière avancée légitime-t-elle encore plus la mise en place de moyens supplémentaires tant au niveau humain qu'au niveau technique. Certaines circonstances demanderont toujours la présence d'un interprète humain pour faciliter l'échange entre entendants et Sourds, mais d'autres pourront être gérées par l'intermédiaire d'outils techniques d'aide à la compréhension. Nous parlons d'« aide à la compréhension » car la perspective de traduire l'ensemble d'un texte est encore loin, à la mesure de ce qu'elle est pour les langues vocales entre elles. Ainsi, à défaut d'un interprète à côté de chaque Sourd en quête d'information et partant du principe qu'un certain nombre d'entre eux comprend le français écrit lorsque le lexique et la structure des phrases restent simples, il est envisageable d'imaginer un certain nombre d'applications au service des Sourds.

C'est dans le cadre du développement de ces outils que nous voulons travailler et plus particulièrement au niveau de la traduction automatique du français écrit vers la LSF. Notre hypothèse de travail est donc la suivante : les langues des signes sont des langues et, à ce titre,

⁵ Selon l'idée collective, « la Langue des Signes » a été inventée. Hors, *la* Langue des Signes n'est qu'une vue raccourcie de l'esprit : il y a autant de Langues des Signes que de pays, c'est ainsi que nous parlons de la Langue des Signes *Française*. Ensuite, la confusion sur cette notion d'invention vient sans doute du fait que les Langues des Signes ont émergé tardivement lorsque des instituts spécialisés ont été créés pour l'éducation des Sourds. Ces instituts, en regroupant les Sourds, ont permis l'émergence de communautés qui n'existaient pas jusque là (ou de manière très isolée et non repérée). C'est de ces communautés que sont spontanément nées les Langues des Signes. Notons que, lorsque l'abbé de l'Épée (1712 – 1789), créateur de l'institut qui est aujourd'hui l'INJS « Saint Jacques » à Paris, a voulu introduire des éléments de grammaire du français dans la structure de ce qu'il observait dans les mains de ses élèves, ce fut un échec sur lequel est revenu son successeur, comprenant que la LSF avait sa propre structure et ses propres règles qu'il fallait s'approprier telles quelles sans vouloir les contraindre.

⁶ Les communautés de Sourds sont contenues par les communautés nationales. Ainsi, si l'on peut considérer qu'à chaque pays correspond une communauté de Sourds partageant une langue des signes commune (celle qui est diffusée à la télévision, qui est véhiculée par les interprètes), on observe que cette dernière connaît des variantes régionales se différenciant nettement au niveau du lexique du quotidien. Cela est d'autant plus marqué dans les pays comme la France où l'interdiction séculaire (faisant suite au congrès de Milan) d'enseignement et de pratique a contraint les langues des signes à la clandestinité et réduit leur expression au cercle familiale ou social.

la traduction automatique leur est applicable. Notre approche a donné ses premiers résultats puisque nous avons atteint notre objectif de faire fonctionner la chaîne complète de traduction : de la saisie d'un énoncé en français jusqu'à la réalisation de l'énoncé correspondant en LSF, la mise en forme du message étant faite au moyen de la synthèse de [geste](#) par un avatar, *i.e.* un personnage de synthèse.

Bien qu'apparaissant comme marginal à son début, nous pensons que notre travail participe d'un mouvement général qui se manifeste par la congruence des facteurs et des volontés tant scientifiques que sociales ou politiques. En, effet, nous avons vu que la loi donne de plus en plus de légitimité et de place à la LSF qui s'affiche de plus en plus, notamment grâce au nouveau médium qu'est Internet. Depuis les campagnes électorales de 2007, certains candidats l'utilisent pour les spots télévisuels ou lors de meetings. De plus, les récents sous-titrages de journaux télévisés montrent l'évolution de la prise en compte des Sourds et des malentendants. Enfin, pour la partie qui nous intéresse, les technologies actuelles commencent à proposer des systèmes de synthèse de gestes tout à fait intéressants.

Pour rentrer dans le vif du sujet, nous ne nous attarderons pas sur l'historique général de la communauté sourde et de la langue des signes et nous renvoyons le lecteur s'intéressant au sujet pour la première fois à consulter l'annexe III et les références bibliographiques qui y sont présentées.

Notre travail présente, pour une large part, la méthodologie que nous avons mise en place pour contribuer à la traduction automatique du français écrit vers la LSF et à la mise en forme du signal de sortie par un avatar. Plus précisément, nous présentons l'avancée de nos travaux en ce qui concerne la formalisation du dictionnaire de la LSF à partir des spécificités de la langue dont certaines – comme la description du model verbal, de la modification adjectivale et adverbiale, de l'organisation des substantifs et des problématiques liées à l'accord – nécessitent un travail de formalisation plus approfondi. Cette formalisation s'est faite dans l'objectif d'utiliser au mieux les formats standards du traitement automatique appliqués aux langues vocales. Évidemment l'informatique reste au service de l'objet travaillé, c'est ainsi que nous avons adapté certains principes pour rendre compte de la manière la plus économique possible des spécificités de la LSF, le but étant d'obtenir en sortie un signal d'une qualité linguistique acceptable par les locuteurs sourds.

Les plateformes techniques sur lesquelles nous avons travaillé sont celles des laboratoires *d'Orange Labs*, anciennement *France Telecom R&D*, situés à Lannion (Côtes d'Armor) pour la partie Traitement Automatique des Langues grâce au logiciel TiLT⁷ et à Rennes (Ille et Vilaine) pour la partie concernant le personnage de synthèse – ou avatar.

Nous commençons la présentation de la thèse par un état de l'art relatif aux connaissances sur la LSF. Ce premier chapitre propose de faire le tour des ressources disponibles sur la LSF et des supports de son expression puis approfondit des notions de grammaire descriptive pour la LSF. Le chapitre se termine sur notre hypothèse de travail.

Nous décrivons dans un deuxième chapitre les spécifications linguistiques pour le traitement automatique, que nous avons explicitées en fonction des observations mises en avant dans l'état de l'art et des propositions de nos informateurs.

Un troisième chapitre décrit le cadre applicatif dans lequel nous avons travaillé : le système de traduction automatique TiLT.

Nous présentons dans un quatrième chapitre les modalités de mise en forme du signifiant. La présentation commence par un rapide état de l'art sur les technologies avatar puis décrit les spécifications élaborées pour le contrôle du moteur de synthèse de geste en fonction du format d'échange mis au point compte-tenu des informations qui ont émergé pendant le traitement linguistique.

Un dernier chapitre fait état des évaluations, des perspectives de travail pouvant faire suite à la thèse et des applications qui pourraient bénéficier de ce travail de recherche.

⁷ Tilt est un logiciel qui permet de lancer différentes fonctionnalités d'une boîte à outils pour le Traitement Automatique du Langage Naturel. Les principales fonctionnalités actuelles sont :

- la reconnaissance de la langue (PROLIX)
- le découpage d'un texte en paragraphes, phrases et segments
- l'analyse syntaxique d'une phrase
- la construction d'abrévés
- le calcul des thèmes principaux d'un texte.

Le logiciel sera plus longuement présenté au cours de chapitre III.

CHAPITRE I : ÉTAT DE L'ART

L'ambition de cette thèse est de montrer qu'il est possible d'aborder la LSF comme une langue manipulable par les outils automatiques de traduction. Nous verrons que la démarche de formalisation est résolument analytique puisque la génération linguistique du système de traduction s'appuie sur les règles mises en place pour l'analyse c'est-à-dire la transformation d'un énoncé vers sa représentation sous forme de graphe sémantique. Il n'y a donc, en principe, pas de contrainte exercée par la langue source sur la langue cible. « En principe », parce qu'en réalité, si un graphe sémantique peut être totalement neutre vis-à-vis de la syntaxe de la langue dont il est issu, il ne peut l'être vis-à-vis de la manière dont les concepts sont manipulés par le locuteur source. Or si l'art de manipuler les concepts peut se révéler proche chez les locuteurs des différentes langues latines, il peut diverger fortement entre les locuteurs de langues dont les différences de structures reflètent très clairement des différences de perception du monde qu'il est nécessaire de s'appropriier en même temps que l'on s'approprie la langue. C'est sans conteste le cas pour l'étude comparée du français et de la LSF.

Aussi l'objectif de notre travail n'est pas de prétendre à construire un « interprète » automatique mais un outil permettant de traduire des énoncés simples, courts et peu dépendants d'un contexte non intrinsèque à l'énoncé étudié. C'est ainsi que, partant de zéro pour la formalisation de la LSF en vue de sa manipulation automatique, nous avons cherché à aborder un nombre suffisant de notions pour permettre la mise en route d'un traducteur. Cette thèse n'est donc pas une recherche pointue et extrêmement spécialisée autour d'un phénomène particulier et son approche, plutôt que verticale, se veut transversale avec de fréquents allers-retours vers les langues vocales et en particulier le français. Nous avons cherché à faire le point entre les différents exposés auxquels nous avons assisté, les différents travaux que nous avons pu consulter et notre conviction de linguiste dans le but de proposer une vision d'un ensemble cohérent – à défaut d'exhaustif – concernant la LSF. En effet, notre objectif, au-delà de la thèse elle-même, est de pouvoir poser l'ensemble des bases à partir desquelles nous avons entrepris l'analyse de la LSF en vue de sa génération automatique, mais également de son analyse automatique. Cette « obsession » de transversalité est sans doute aussi pour nous le moyen de justifier la validité de notre approche résolument

syntaxique. Évidemment, nos propositions remettent parfois en question aussi bien la manière d'envisager les langues signées que celle d'envisager les langues vocales, la finalité étant la démonstration que, sous des formes expressives parfois différentes, nous avons affaire aux mêmes objets. Cela permet enfin de faire accepter l'idée qu'il est possible d'appréhender et de manipuler les langues signées avec les outils connus utilisés pour les langues vocales, même si ces derniers sont imparfaits, même si ces derniers sont issus de définitions et postulats qui peuvent s'avérer erronés, parce que ces outils donnent des résultats qui, lorsqu'ils ne sont pas parfaits, sont perfectibles.

La question de l'état de l'art des technologies de l'image pour l'animation des Avatars (personnages virtuels) n'étant pas centrale par rapport à notre démarche linguistique et dans le but de bien séparer les problématiques, nous ne traiterons le sujet que dans le chapitre IV consacré à la mise en forme du signifiant.

Nous commencerons donc, dans une première partie, par présenter les ressources disponibles sur la LSF, les supports de son expression et les systèmes de notation avec notre propre convention. La deuxième partie concerne l'état de l'art proprement dit puisqu'elle fait état des connaissances actuelles sur la LSF qui nous ont permis d'orienter notre travail de thèse. Nous explicitons, à la fin de ce chapitre, notre hypothèse de travail.

1 La LSF : ressources, édition et notation

L'intérêt de cette première partie est de montrer en quoi ce projet est un défi. La LSF est particulière et mal connue, les ressources sont peu nombreuses ce qui met de fait la LSF dans la catégorie des langues peu dotées. De plus, les ressources diffusées ont pour une large part une vocation pédagogique liée à l'apprentissage de la LSF. Enfin, ces dernières se révèlent être une aide précieuse dans la mesure où nous n'avons pas bénéficié des rares corpus existants.

Ressources

Nous regroupons ici les ressources disponibles dans le commerce et sur internet. Elles donnent des informations dont le principal inconvénient est de manquer de rigueur mais dont l'avantage est qu'elles sont intuitives. Dans la mesure où notre travail a débuté sans le

concours d'un informateur « natif » de la LSF, ces ressources ont apporté une information non négligeable à partir de laquelle il fut possible de commencer à travailler.

Dictionnaires et ouvrages pédagogiques (« papier »)

Nous avons classé les dictionnaires parmi les outils pédagogiques parce qu'ils sont encore très loin d'être exhaustifs : le nombre d'entrées reste très restreint. Par ailleurs les dictionnaires (monolingues) de LSF n'existent pas encore. Les seuls ouvrages d'entrée pour LSF sont les dictionnaires bilingues, mais qui restent construits à partir d'un seul sens d'entrée lexicale, celui du français vers la LSF. Par conséquent, l'appellation « bilingue » signifie simplement que l'on donne la correspondance en LSF à un mot du français et que les entrées ne sont pas forcément classées dans l'ordre alphabétique mais par thématique. Le classement par thèmes permet de retrouver un signe par son contexte et non par sa forme. Un index « par configuration » permet généralement de retrouver un [signe](#) dont la forme est connue. Un index alphabétique permet d'effectuer les recherches par le biais de la traduction française.

IVT⁸ a proposé le premier dictionnaire pour la LSF contemporaine (Moody, 1983), avec une édition réactualisée en 1998. Les deux éditions comportent 3 tomes. Le premier tome traite de l'histoire des Sourds et de la grammaire de la LSF, les deux autres tomes composent un dictionnaire bilingue LSF/français de 4 500 entrées. La collection est complétée d'une édition réduite au format poche proposant 1 600 entrées. Ce dictionnaire est le point de départ de nombreux travaux dont nous avons eu connaissance en ce qui concerne la grammaire, mais également en ce qui concerne les études lexicales. Rien d'étonnant puisque les dessins, agréables, sont de précieux supports pédagogiques et didactiques. Pensés et réalisés par des Sourds, ils sont de véritables portes d'entrée dans « la pensée sourde ». Le discours métalinguistique qui les accompagne n'est pas toujours très rigoureux, mais ce premier travail propose des explications grammaticales intéressantes et assez fines.

Les éditions Companys éditent deux dictionnaires : « Dictionnaire 1200 Signes : français – LSF » (Companys & Tourmez, 2000), sans grande envergure mais bien pratiques pour commencer à faire ses armes et « ABC... LSF » (Companys & Domas, 2004), un peu plus complet. Ces éditions proposent également « LSF : Mode d'emploi, l'expression par la pensée visuelle » (Companys, 2003) qui a l'ambition de faire comprendre les règles de grammaire de

⁸ IVT : International Visual Theater, centre socioculturel des Sourds, créé au château de Vincennes en 1977 est au théâtre du grand guignol, 7 cité Chaptal, 75009 Paris, depuis 2004. Association précurseur du mouvement associatif en France et de diffusion de cours de LSF.

la LSF. Il s'agit en fait d'une approche de la logique et de la dimension spatiale de la LSF qui reste succincte et n'apporte rien de solide d'un point de vue théorique. Cet ouvrage permet pourtant au néophyte d'appréhender la logique propre aux langues signées.

Par ailleurs, un certain nombre de dictionnaires thématiques existent. Ils peuvent être orientés vers des thématiques particulières comme la série thématique développée par IVT, le corps (Girod *et al.*, 1992), la santé (Girod *et al.*, 1993), l'éducation (IVT, 1994) et la maison (Girod *et al.*, 1995) ; ainsi que les mini dicos du Verseau⁹, l'initiation à la LSF (VisuCom, 2001-a), la santé (VisuCom, 2001-b), les télécommunications (VisuCom, 2001-c), la vie quotidienne (VisuCom, 2002). D'autres ouvrages traitent également des exclamations (Companys & Domas, 2005), des gros signes¹⁰ (Chalude & Delaporte, 2006), etc.

Ces dictionnaires peuvent également être orientés vers un jeune public, avec un nombre d'entrées restreint et une esthétique travaillée pour les enfants avec des sujets comme les signes relatifs aux animaux (Gourdon *et al.*, 2001), aux indiens (Gourdon *et al.*, 2003), aux émotions (Gourdon *et al.*, 2001), l'école (Flory & Lapalu, 1989), etc. ou simplement présentés comme dictionnaires pour enfants en support papier (Jaunay, 2002), (Girod *et al.*, 2003) ou en support numérique avec le dictionnaire interactif « *Les signes de Mano* » (La Bouverie *et al.*, 2003).

Cependant, des travaux sur des dictionnaires monolingues sont en cours et font l'objet de travaux de recherche, en particulier la thèse de Moreau (en cours), et la création d'un « *observatoire multilingue en langues écrites et signées* » à travers le projet « OCELLES »¹¹ (Moreau *et al.*, 2010). Ce projet consiste en la création d'une plateforme « *principalement destinée à collecter, diffuser et observer des signes de la LSF référant aux concepts de l'ensemble des champs disciplinaires de l'enseignement général technologique ou professionnel depuis la maternelle à l'université, mais aussi à l'explicitation et l'illustration de ceux-ci grâce à des documents annexés* ». Avant diffusion, les contenus sont validés par des experts. Dans le cas contraire, le refus est explicite.

Notons également l'ouvrage de Delaporte (2005), ainsi que la thèse de Bonnal (2005) dont la vocation est davantage étymologique. Ces travaux s'inscrivent dans une perspective

⁹ Le Verseau, à Marseille, fut une association d'enseignement de la LSF et d'éditions d'ouvrages spécialisés sur la LSF. Aujourd'hui l'activité d'enseignement n'existe plus et l'association s'est transformée en la maison d'édition « VisuCom, la librairie de la surdité », www.visucom.fr.

¹⁰ Les « gros signes » sont les pendants des « gros mots ».

¹¹ Avec le soutien du Ministère de l'Éducation nationale et de la Délégation générale à la langue française et aux langues de France. Le Ministère est activement impliqué dans ce type de projets dans la mesure où il a besoin d'agrémenter son programme d'enseignement de la LSF jusqu'au CAPES d'outils encore inexistant.

diachronique d'analyse lexicale et intéressent moins notre recherche qui s'inscrit dans une démarche syntaxique, davantage synchronique, à visée de traitement automatique des langues.

Bases de données

Dictionnaires numériques

a) Nancy et Paris 8

Dans le cadre de leurs études, des étudiants avaient pour projet de développer un dictionnaire consultable en ligne : à Nancy (Lsf.univ-nancy2.fr, 2002) et à Paris 8 (Ufr6.univ-paris8.fr, 2003). Chacun propose un certain nombre d'entrées par ordre alphabétique (en français donc), par matière ou encore par configuration de la main. L'idée est intéressante parce que le signe est consultable en vidéo mais cela ne donne pas complète satisfaction : d'une part, le nombre de mots-signes proposé est très réduit et d'autre part, il n'est pas sûr que la vidéo, telle qu'utilisée ici, apporte beaucoup par rapport aux dessins d'IVT.

b) Fournier signé

Le « Fournier Signé » est un cédérom en deux éditions complémentaires (Fournier, 1999, 2006). Il a le mérite d'être le premier – pour la LSF – au format numérique. L'intérêt du support n'est pas tant de proposer les signes en vidéo que de donner leurs paramètres de formation grâce auxquels la recherche d'un signe est plus rapide et efficace que par le papier.

Corpus

A l'instar de ce qui se fait pour l'étude des langues vocales avec les enregistrements audio, la LSF commence à bénéficier de corpus que les chercheurs peuvent, en principe, consulter pour étayer leurs développements sur des données concrètes. Ils existent des bases de données très importantes pour d'autres langues des signes (Allemagne, USA, etc.) que nous n'avons pas explorées, notre objectif étant centré sur la LSF.

Le corpus du Céplus (Centre d'études pluridisciplinaires en langue des signes) a été développé par l'université de Liège¹² en Belgique à la suite du travail de Nève (1996) pour son essai de grammaire de la langue des signes française. Rien n'apparaît sur Internet

¹² <http://www.ulg.ac.be/>

concernant ce corpus, mais un contact téléphonique¹³ nous avait permis de connaître la possibilité de consultation sur place, sur rendez-vous.

LS-Colin est le corpus français développé dans le cadre d'une Action Concertée Incitative (ACI) du ministère de la recherche, sur la demande de l'Université Paris VIII, sous la direction de Christian Cuxac en relation avec un certain nombre de partenaires dont la liste est disponible sur le site consacré au corpus¹⁴. L'objectif affiché pour la création du corpus est « *une analyse linguistique des langues des signes, dont le principe fondateur est la théorie de l'iconicité définie par Cuxac (1996, 2000), elle-même inscrite dans une sémiologie plus générale.* » (Cuxac et al., 2001).

Dans le cadre des « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » de l'ANR¹⁵, le projet « Réalisation de corpus de données visuelles pour l'analyse des processus de création d'unités gestuelles (LSF et gestualité naturelle), dont l'acronyme est « Creagest », doit permettre, entre 2007 et 2012, la constitution d'un corpus lexical regroupant les occurrences véhiculaires mais également les occurrences régionales :

« L'ambition de ce projet est la constitution et la documentation de corpus de données vidéo de productions gestuelles incluant des productions discursives de Langue des Signes Française (LSF) d'enfants et d'adultes sourds et des productions de gestualité naturelle (gestualité dite coverbale). Un enjeu opérationnel large de ce projet est, à terme, de mettre à la disposition des communautés françaises et internationales de chercheurs des corpus substantiels et représentatifs en s'attachant à pallier les manques actuels en la matière et en visant une complémentarité avec les corpus déjà constitués. » (Cuxac et al., 2006).

Websourd¹⁶ a également édité une compilation des brèves journalistiques diffusées en 2008 sur son site internet. Par ailleurs le site actuel représente également une base de données conséquente.

¹³ Université de Liège, A2 Place Cockerill 3 B-4000 LIEGE Fax et téléphone : 04/ 223.15.51.

¹⁴ <http://www.irit.fr/LS-COLIN/>

¹⁵ Agence Nationale pour la Recherche.

¹⁶ www.websourd.org

Systèmes d'écriture et de transcription

La LSF n'a pas de système d'écriture. Sa diffusion passe par les supports d'édition que nous venons d'exposer, les dessins et les vidéos. Cependant, certaines recherches tentent la mise au point de systèmes d'écriture, indépendamment des systèmes de transcription mis au point pour la description ou la manipulation de la LSF par des systèmes automatiques.

Écriture

La glose dans la langue du milieu

La langue du milieu est la langue de référence de la communauté linguistique environnante.

Une glose (Wikipedia.org, 2007) est « un commentaire linguistique ajouté dans le corps d'un texte ou d'un livre, ou dans sa marge expliquant un mot étranger ou dialectal, un terme rare. Le mot vient du grec ancien γλῶσσα / glōssa, littéralement « langue », qui désigne en fait le terme difficile à expliquer. L'explication elle-même est nommée γλῶσσημα / glōssēma. Actuellement, glose renvoie à l'explication et non au mot à gloser. » Dans les exemples linguistiques issus d'une langue non familière au lecteur, les gloses permettent de donner une traduction de la langue étrangère morphème par morphème. L'utilité est d'illustrer, par exemple, les mécanismes de fonctionnement morphologique de la langue traduite grâce aux morphèmes de la langue maîtrisée par le sujet pour lequel l'illustration est faite. Pour les langues des signes, il s'agit de représenter les signes à l'aide de la langue du milieu, pour nous, le français. En effet, en l'absence de système vulgarisé d'écriture ou de transcription, la plupart des apprenants prennent notes dans la langue vocale dominante, agrémentée de symboles et de dessins dans le but de donner une rapide description du mouvement. L'intérêt d'écrire pour l'apprenant se situe au niveau de la prise de notes. Les codes qui émergent sont propres à chacun et n'ont pas vocation à être utilisés pour la diffusion d'information. Lorsque le but visé est la diffusion, les locuteurs de la LSF utiliseront les supports multimédia : la vidéo, la webcam, la visio-phonie, etc.

Du côté des études scientifiques sur les langues des signes (Dubuisson & Lacerte, 1996 : 193), « la glose représente la signification d'un signe sous sa forme de citation, non marquée et hors contexte. » Les auteurs précisent également que la glose se note conventionnellement en majuscule et peut être complétée d'éléments permettant la désambiguïsation comme des

marques aspectuelles, des indications sur le regard, sur les actants et les relations sémantiques, ainsi que parfois l'oralisation correspondante.

D'un point de vue des niveaux linguistiques, la transcription sous forme de gloses complétées relève de l'organisation morphologique, voire morphosyntaxique de la langue.

Sign Writing

A l'origine, le code *Sign Writing* avait été pensé (Sutton & Gleaves, 1995) pour transcrire de la chorégraphie. La proximité entre la description chorégraphique et la description des langues signées est telle que le système a rapidement été jugé pertinent pour être transformé et dédié aux langues signées (Signwriting.org, 1996). Cette codification des signes repose sur la combinaison de symboles de base dont le nombre est limité, à la lumière des alphabets. L'association des symboles sur un mode non linéaire mais bidimensionnel permet de rester au plus proche des langues des signes. Cependant, ce mode d'écriture semble encore bien lourd à intégrer par rapport à l'alphabet latin, à moins que ce ne soit qu'une question de moyens : donner à tous les Sourds les moyens d'apprendre et de manipuler leur langue comme le font les entendants. De plus une période d'appropriation est encore nécessaire : les premières recherches ont montré que les personnes formées à ce mode d'écriture n'utilisaient qu'une petite partie de l'ensemble des symboles. En effet, si le code permet une description d'ordre « phonologique » extrêmement précise, une partie des symboles suffit à créer un code économique et suffisamment discriminant au niveau des concepts pour produire des transcriptions fidèles à l'intention communicative (et non, du coup, à la vision du locuteur).

En voici deux exemples, d'autres signes et éléments complémentaires étant en annexe IV :

[sourd]



où :

- le cercle signifie la tête avec les demi-cercles pour l'oreille et la bouche
- les étoiles précisent qu'il y a contact
- la flèche donne le mouvement
- les carrés sont les poings avec un petit segment en plus pour chaque doigt (carré blanc = dos de la main ; carré noir = paume de la main).

[falloir]



où :

- les doubles traits dans le cercle signifient les sourcils (relevés)
- la double flèche donne le mouvement (abaissement de l'avant-bras).

Sur le territoire national, *Sign Writing* ne parvient pas encore à s'imposer, même si quelques expériences sont en cours, notamment dans la région toulousaine (Signwriting, 2000). En effet, si, en France, la pédagogie mise en œuvre pour les Sourds consent de plus en plus à utiliser la LSF pour faire passer la connaissance, il reste inconcevable de ne pas écrire en français. L'éducation se veut [bilingue](#) : en LSF pour l'échange et l'explication ; en français écrit pour la prise de note et la composition, le but étant de donner, par le biais de l'écrit, accès à la culture du milieu (celui des entendants).

Sign writing est un système d'écriture dont la base est une « représentation phonologique¹⁷ » de la langue : peu importe l'exactitude de la signature, ce qui compte est la discrimination d'éléments. Or plusieurs éléments discriminants assemblés permettent l'écriture d'un [signe](#). Ces éléments sont des pictogrammes abstraits représentant les éléments manuels, orientation comprise, et les éléments non manuels. Ces pictogrammes correspondent à des graphèmes. Or de même que tous les graphèmes utilisés pour écrire une langue vocale ne sont pas l'équivalent de tous les phonèmes de la langue, le système des pictogrammes n'est pas une représentation du système phonologique. Par ailleurs, les pictogrammes viennent d'une représentation phonologique tout comme l'émergence d'un graphème vient d'une représentation du système phonologique. Pour autant leur vocation est l'écriture de la langue, non sa représentation phonologique.

Le projet LS-script

Le projet LS-script, arrivé au bout de deux ans à son terme en Aout 2007, avait pour objectif de proposer un formalisme graphique pour la LSF et de l'intégrer au sein d'outils éducatifs. L'introduction de la LSF « *dans le porte-folio européen des langues* » (Lang, 2002) et la création de diplômes dédiés à son enseignement rendent cruciale la question de l'écriture de la LSF. L'« *originalité de notre projet par rapport aux approches antérieures, françaises et européennes, est l'ancrage de cette démarche sur une investigation qualitative préalable des populations concernées, notamment des élèves sourds en classes bilingues, et de leurs pratiques effectives, ainsi qu'une évaluation du formalisme proposé dans le cadre d'outils éducatifs utilisés sur Internet et en classe. Pour atteindre cet objectif, le projet associe des chercheurs en linguistique, psycholinguistique, sociologie, informatique, des enseignants en LSF et une structure de communication avec interprétariat.* » (Lsscript.limsi.fr, 2007).

¹⁷ Nous verrons, section 0, p. 41 que la notion de phonologie est très discutée pour les langues signées.

Le projet visait, à partir d'un état des lieux des besoins, pratiques et attentes des élèves et enseignants sourds concernés par la mise au point d'un système graphique pour la LSF, à établir les bases d'une formalisation graphique de la LSF.

L'objectif était de proposer – à défaut d'un système graphique totalement finalisé – une base graphique pour la LSF suffisamment souple pour permettre son appropriation effective par les usagers. Il s'agissait également d'étudier des outils éducatifs centrés sur ce système graphique pour l'aide à l'écriture et à la lecture. L'écriture devait pouvoir être manuelle ou aidée de moyens technologiques tels que l'utilisation de tablette graphique¹⁸ ou de PDA¹⁹, ou assistée par un système d'analyse vidéo. La lecture devait pouvoir être aidée par l'utilisation d'un humanoïde virtuel animé reproduisant des énoncés codés avec le formalisme graphique.

Concrètement, le projet s'est appuyé sur les expériences de terrain mettant en avant :

- Des méthodes de transcriptions et leurs usages tels que :
 - l'expérimentation de Sign Writing dans les classes LSF de Toulouse, encadrée par Juliette Dalle et Marie-Paule Kellerhals
 - l'utilisation de la « Signographie », expérimentée au CELEM et encadrée par Nadia Haouam-Bourgeois et Françoise Masson
 - le système graphique utilisé dans les classes LSF d'Albi encadrées par Jean-François Piquet.
- Des recherches menées par des Sourds sur une transcription la plus fidèle possible des éléments contenus dans un signal en LSF, telles que le système de transcription de la LSF élaboré par le groupe d'IRIS, sous la direction de Jean-Louis Brugeille.

Le projet s'appuie également sur la recherche linguistique autour des questions de formalisme du système d'écriture de la LSF (Boutet & Garcia, 2006) et sur la recherche en imagerie autour des méthodes et des outils informatiques (Braffort & Dalle, 2005).

¹⁸ Une tablette graphique est un périphérique de saisie pour ordinateur. Elle est connectée à l'ordinateur par une connexion filaire comme une prise USB ou par une connexion sans fil comme le Bluetooth.

¹⁹ PDA vient de l'anglais « Personal Digital Assistant » et désigne un appareil numérique portable. Il s'agit au départ d'une calculatrice évoluée, les « assistants personnels » étant l'agenda, le carnet d'adresses et le bloc-notes. Ils sont agrémentés de clavier avec des petites touches ou d'écran tactile (avec stylet ou non). Aujourd'hui, avec le développement des dalles tactiles miniatures, les téléphones portables intègrent le PDA.

Outils de transcription

Les scientifiques utilisent des méthodes différentes en fonction de la finalité visée par celui qui transcrit. Comme pour l'écriture, la glose est naturellement utilisée pour la transcription des signes, par exemple pour des études sur la recherche de l'organisation de l'énoncé en LSF pour les questions d'ordre des signes et de contraintes d'accord. Depuis les débuts des études sur les langues des signes, la question de la transcription et de l'écriture a conduit certains auteurs à faire des propositions (Bébian, 1825 ; Valade, 1854 ; Stokoe, 1960).

HamNoSys (Hamburg Notation System)

Il s'agit d'un système phonétique de transcription créé il y a une vingtaine d'années à l'Université de Hambourg (Prillwitz *et al.*, 1989) à partir des propositions de Stokoe (1960).

Depuis les versions ont évolué et tenté de prendre en compte les éléments apportés par les utilisateurs du système et les recherches autour des langues signées en général. Actuellement, la version 4 du système prend en compte les trois paramètres retenus par Stokoe *et al.* (1976) – la configuration (manuelle), la localisation (par rapport au corps du locuteur), le mouvement – auxquels s'ajoutent les éléments d'orientation (de la paume de la main), de direction (du mouvement) ainsi que quelques éléments non manuels.

La notation de Hambourg est utilisable et se résume à une police de caractères, « HAMNP__.TTF », téléchargeable sur le site de l'Université de Hambourg (Uni-hamburg.de, 2004) qui propose également l'explication de la codification (Uni-hamburg.de/HamNoSys.content, 2004). L'exemple de transcription²⁰ suivant montre à quel point cette codification est précise et détaillée :

“While reading the newspaper I had a cup of coffee”

“While reading the newspaper I had a cup of coffee”

L'inconvénient majeur de cette codification est qu'elle nécessite d'y consacrer une période de formation pour en avoir une bonne maîtrise des bibliothèques, ainsi que la bonne maîtrise de l'utilisation du clavier qui se fait via 5 niveaux pour accéder aux symboles. Il existe cependant une interface de saisie par sélection des codes organisés en groupes logiques. Tous

²⁰ (Uni-hamburg.de/Sentences, 2004)

ces détails, ainsi que quelques éléments de la codification HamNoSys sont présentés dans l'annexe V.

Observation comparée de la finesse de trois systèmes :

Sign Writing, le système de Stokoe et HamNoSys

La Figure 1 est empruntée au site de Sign Writing (Signwriting.org, 2007). L'objectif est clair, montrer la clarté du code par rapport à celui de Stokoe – qui est à la base des deux autres, mais forcément plus primitif puisque historiquement le premier – tout en étant bien plus simple qu'HamNoSys.

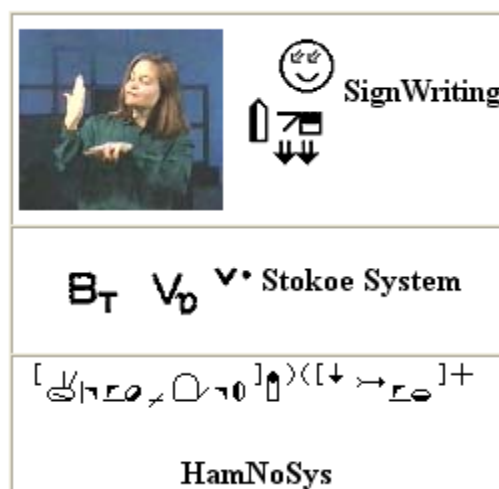


Figure 1 : Comparaison autour du signe « lire »

D'autres exemples comparatifs sont présentés en annexe VI.

En fait, comme nous l'avons remarqué dans la sous-section précédente, *Sign Writing* se révèle un formidable système d'écriture de langue, suffisamment élaboré pour en rendre les nuances tout en restant suffisamment symbolique pour ne pas devenir trop lourd.

Le système de *Sign Writing* est très fonctionnel pour la prise de notes ou l'apprentissage de la LSF parce que très symbolique. En effet, il demande une interprétation que l'humain opère de fait mais qu'il faudra compléter pour un système automatique. *A contrario*, HamNoSys est trop complexe pour une utilisation humaine mais sa codification semble être suffisamment détaillée pour être directement exploitable par un système automatique. Cela semble avoir été le cas dans le cadre du projet Visicast (Chapitre IV, section0, p. 163).

Méthodologies de transcription et/ou d'écriture

En fonction de la vocation du travail, deux méthodes se distinguent sans être forcément opposées. Lorsque la visée est la description du niveau syntaxique, la transcription se cantonne à l'utilisation de gloses, parfois complétées d'indications. Lorsque la visée est la description plus exhaustive (mains, yeux, etc.), les chercheurs utilisent des partitions. L'intérêt, à l'instar de la partition du chef d'orchestre pour une pièce musicale, est de pouvoir différencier les productions propres à chaque instrument – pour la LSF, à chaque articulateur. L'alignement vertical des lignes de la partition se fait naturellement selon le déroulement temporel. Chaque ligne étant indépendante (sauf sur le plan du déroulement temporel), il est possible de détacher chaque articulateur, mais également d'utiliser différents outils : la transcription en gloses, une traduction en français des énoncés, des instantanés issus de la vidéo support. Par exemple, du point de vue de l'analyse linguistique, la mise en évidence de phénomènes iconiques a été illustrée grâce à ce procédé via l'éditeur de partition utilisé dans le cadre du projet LSCOLIN. Cet éditeur est constitué de deux parties (Figure 2). La partie supérieure contient la visualisation de la séquence vidéo, avec une série d'icônes à cliquer permettant d'accéder rapidement aux fonctionnalités du logiciel et des boutons d'actions sur la vidéo. La partie inférieure comporte la transcription associée.

L'axe horizontal de la partition représente le temps et l'axe vertical contient l'ensemble des paramètres sélectionnés (ex : direction du regard, mouvement des mains, type de [transfert](#) , etc.) Ces paramètres sont définis par l'utilisateur en fonction du but poursuivi lors de son analyse.

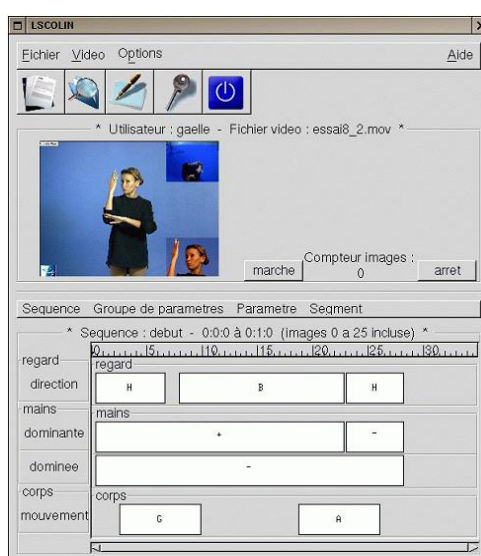


Figure 2 : Éditeur de partition, aspect graphique pour la saisie

Tous les détails sont disponibles dans le rapport de fin de recherche (Cuxac, 2002).

Un exemple du résultat obtenu est consultable en annexe VII.

Chetelat (2006) a mis au point un système de notation des articulateurs du visage. Le système repose sur l'utilisation de symboles permettant de s'affranchir de la transcription en français. L'utilisation de l'éditeur ANVIL, permet la création des partitions et l'enregistrement des données observées dans le format XML. La publication de ses résultats (Chetelat, 2010) donne une solide base pour affiner l'expressivité des avatars et utiliser ces derniers pour effectuer de nombreux tests de perception et de compréhension.

Notre convention de notation

Malgré l'existence d'outils de notation, en particulier HamNoSys, nous avons créé notre propre système de notation, en rapport avec nos besoins spécifiques. Ainsi, dans le cadre de notre travail, nous n'avons pas eu besoin de transcrire la LSF autrement qu'au moyen des gloses puisque nous ne nous sommes pas intéressé à la description du [geste](#). En effet, nous partons de gestes créés par infographie et stockés dans une bibliothèque numérique que nous réutilisons en l'état lorsqu'ils représentent des signes standards invariables ou que nous complétons d'éléments dépendants de contraintes syntaxiques. Ces éléments additionnels se résument, pour le niveau de développement où nous sommes arrivé, à des configurations manuelles qu'il s'agit d'insérer dans un geste pour lequel la configuration n'est pas (encore) instanciée. Ces éléments additionnels pourront très rapidement s'étendre à d'autres éléments, non manuels, telles les mimiques faciales et indications au niveau des yeux et du regard. Le travail de développement sera plus conséquent pour traiter des variations d'amplitudes, de trajets ou de localisation.

Finalement, pour nous, deux formats de notation sont à distinguer. Le plus particulier est celui que nous avons élaboré pour l'écriture des morphèmes de la LSF en vue de leur traitement automatique. Ce format s'est naturellement mis en place avec l'avancé du travail d'implémentation. Son principal atout – sa simplicité – en permet la maîtrise rapide. Ce format sera explicité dans la partie consacrée au cadre applicatif (Chapitre III, section 3). Pour illustrer les exemples de la partie descriptive de la LSF et compte tenu de ce que le niveau sur lequel nous travaillons est le niveau morphologique, nous adopterons la notation classique au moyen des gloses en majuscules. Cependant, la notation est complétée afin de pouvoir mettre en évidence les mécanismes de construction morphologique.

Le geste-racine est noté en majuscules. Le mot français utilisé pour faire référence au [signe](#) – la glose – est une étiquette qui ne renvoie qu’à un [signifié](#) et en aucun cas aux [signifiants](#) possibles du français. La traduction en français est notée en italique.

(1) TABLE *table*

L’ensemble des éléments possibles associés au geste-racine susceptibles d’être réutilisés par d’autres signes est noté entre accolades :

(2) HOMME{ L, 1, u, s, d, ... } *homme*

Pour clarifier les explications, seuls les éléments utiles à la démonstration du moment seront notés :

HOMME{d} signifie que l’on va utiliser l’élément {d} de HOMME dans la suite.

L’ensemble des traits effectifs agglutinés au geste-racine est noté entre crochets pour les affixes renvoyant à des espaces (les lieux de départ et d’arrivée) et entre parenthèses pour les affixes superposés²¹ à la racine :

(3) [je]-DONNER(c)-[tu] je te donne (un objet rond préhensible par une main)

(4) [locA]-AVION-[locB] aller de A à B en avion

où [loc_A] et [loc_B] sont des anaphoriques d’objets – ici, deux villes – préalablement définis.

Edition de la LSF

La LSF – les langues des signes en général – peut être éditée sur trois types de supports : la vignette (dessin ou photo), la vidéo et la synthèse d’image.

Vignette dessin ou photo

Le support sous forme de dessin est incontestablement le meilleur lorsqu’il s’agit de proposer des dictionnaires ou des méthodes d’apprentissage sous le format papier. En effet, par rapport à la photo, le dessin permet d’aller à l’essentiel du signe et permet sur une même vignette la superposition d’éléments temporels qu’il faut distinguer sur plusieurs vignettes

²¹ Le but ici étant de montrer la notation, nous commettons cet abus de langage « superposé » pour imaginer le fait que l’affixe est utilisé sur l’ensemble du geste, du début de sa réalisation jusqu’à la fin. Cette notion sera clairement développée par la suite, avec la terminologie qui convient.

dans le cas de l'utilisation de la photo. Cependant, la lourdeur de sa réalisation est une des causes principales de la pauvreté des dictionnaires en termes de nombre d'entrées. Par ailleurs, en dehors de la production de dictionnaires et de bandes dessinées (Domas, 2001-a, 2001-b ; Domas & Soupolai, 2004 ; Lapalu, 1998 ; Lapalu *et al.*, 2002 ; entre autres), il est difficile d'imaginer la production de tout un texte par ce mode-là.

Cependant la photo – l'arrêt sur image d'une vidéo – se révèle être un bon support pour la mise en évidence de configurations et de postures particulières lors d'exercices de reproduction graphique (dessin, infographie pour le cinéma d'animation ou pour la création d'un lexique pour un avatar) ou pour l'illustration d'une démonstration scientifique²².

Vidéo

La vidéo souffre également de la lourdeur de sa production mais dans le contexte actuel du développement des outils multimédia, c'est un support qui trouve bien sa place. A titre d'exemple, la mise en ligne d'une information bilingue sur un site Internet demande une méthodologie que Websourd (Websourd.org, 2007) a su mettre en œuvre puis développer très finement dans la version II de son site. L'initiative date de 2004 et quelques pages sont restées longtemps en construction. Cependant la version II offre un ensemble complet et cohérent. La masse d'informations traitée peut paraître limitée mais elle ne cesse de s'accroître et représente une quantité de travail importante. En effet, la mise en place et le suivi d'un protocole d'édition des informations en mode bilingue (texte consultable sous forme de français écrit et sous forme de vidéo en LSF) est extrêmement coûteuse. Il est difficilement concevable d'imaginer la production, pour chaque nouvelle information traitée quotidiennement par la presse, de son équivalent en LSF sur un canal vidéo.

Par ailleurs, le support seul ne peut rendre les effets de sommaires, d'encarts, de lecture non linéaire qu'offre un journal. Du côté de la télévision, il reste encore beaucoup de progrès à faire. Pour l'heure le sous-titrage – qui s'adresse à un public de personnes malentendantes ou devenues sourdes sur le tard et qui sont familières du français et de l'utilisation de son écriture – est loin d'être disponible régulièrement. La récente mise au point du sous-titrage de tous les journaux télévisés de TF1 en temps *quasi*²³ réel fait figure d'exception dans le paysage audio-visuel français et pour la LSF, la présence du médaillon avec l'interprète n'est réservée qu'à de trop rares émissions sur quelques chaînes exclusivement publiques. De plus,

²² Voir, à titre d'exemple notre poster, pour la conférence Aflico 2007 (Kervajan & Voisin, 2007).

²³ 3 à 5 secondes de décalage au plus.

il faudrait pouvoir ne le faire apparaître que sur commande, comme l'actuel [télétexte](#) afin qu'il ne soit pas imposé aux téléspectateurs entendants désireux de garder l'intégralité de l'image.

Avatars

Par rapport à la lisibilité vidéo ou papier, les avantages d'un avatar 3D sont flagrants pour l'apprentissage, la visualisation d'un geste. En effet, alors qu'un dessin est figé et qu'une séquence vidéo n'est généralement prise que sur un seul plan (de face), un avatar est manipulable de telle sorte que la séquence est observable sous tous les angles, avec la possibilité de faire des zooms.

Une fois une base de données gestuelle constituée pour un avatar, il est facilement imaginable d'associer les [gestes](#) entre eux pour créer des [signes](#) puis des phrases, moyennant la modélisation de règles d'agencement et de coarticulation. C'est ainsi que l'idée de l'utilisation de l'avatar pour l'aide à la compréhension de textes en français, ou de production d'information, trouve sa justification.

Pour l'étude linguistique, l'avatar pourrait se révéler être un outil précieux puisqu'il permet d'observer les gestes au ralenti ou image par image avec une netteté que n'offre pas la vidéo. Il permet de faire des tests de compréhension sur des gestes déformés par amplification, réduction ou substitution soit pour dégager des frontières (à l'image des travaux qui ont pu être menés dans le cadre de la perception catégorielle des phonèmes des langues vocales), soit pour mettre en lumière l'impact de l'environnement sur la production des unités de sens et leur compréhension. Différents tests pourraient être élaborés : pour un geste donné, supprimer progressivement les parties du corps perçues comme non porteuses d'élément linguistique jusqu'à une perte ou une modification du sens perçu ; au cours d'un énoncé, pour chaque geste, ne faire apparaître que les parties du corps utilisées pour réaliser le geste et observer l'impact sur la compréhension de l'énoncé ; etc.

Enfin, du point de vue esthétique, l'avatar peut changer d'aspect ou d'environnement graphique pour être plus ludique ou plus adapté à une démarche sociale ou commerciale.

Conclusion

L'objectif de cette première partie était d'appréhender le contexte dans lequel un travail sur la LSF peut se mettre en place : les ressources, peu nombreuses, classent la LSF comme une langue peu dotée, dont les données restent à décrire de manière exhaustive (lexique, règles grammaticales). De plus, si des moyens de transcription existent, aucun n'a trouvé suffisamment d'écho pour être vulgarisé comme système d'écriture. Cependant, les progrès technologiques aidant, la LSF trouve le moyen de son expression et de sa diffusion grâce à la vidéo dont les formats évoluent de telle sorte qu'ils sont de moins en moins lourds – et donc de plus en plus accessibles – par rapport aux capacités des technologies en permettant la transmission. La piste la plus prometteuse est celle des signeurs virtuels dont le développement, grâce à des interfaces adaptées, doit permettre à terme de pallier le défaut d'écriture.

2 LSF : Éléments de grammaire descriptive

Les ressources descriptives et analytiques scientifiques permettent d'aller au-delà des intuitions données par les tutoriels et ressources que nous avons évoqués dans la partie précédente. Leur principal atout est le souci de rigueur mais leur défaut est d'être, à ce jour encore, en nombre très limité et sur des objets d'études très pointus. En effet, s'il existe de plus en plus de travaux décrivant certaines spécificités de la LSF, il n'existe aucun ouvrage de grammaire descriptive comme c'est le cas pour la Langue des Signes Québécoise ((Dubuisson *et al.*, 1999), (Dubuisson *et al.*, 2000)), ou pour la Langue des Signes Britannique (Sutton-Spence & Woll, 1999) ou encore la grammaire de Nève (1996) pour la Langue des Signes Belge. Cependant, en regroupant un certain nombre de propositions et descriptions faites pour la LSF mais aussi pour d'autres langues des signes, nous pouvons dresser un état de l'art intéressant à partir duquel il est possible de consolider nos propres intuitions et notre approche, puis de formaliser des données en vue de leur traitement automatique.

Notions élémentaires sur la LSF

La LSF, en tant que langue, est spécifique. Elle est très différente de la langue française et la distance qui les sépare est bien plus grande que celle qui sépare, par exemple, les langues romanes des langues germaniques. De la même façon que certains aspects du français sont liés à des problématiques acoustiques, la LSF est fortement influencée par le caractère spatial de son organisation et le canal visuo-gestuel du support de son expression, de telle sorte que le passage d'une langue à l'autre n'est pratiquement jamais mot à signe (et signe à mot).

La LSF, le français et leurs relations

Cependant, malgré des différences, dans la mesure où il s'agit de langues, un certain nombre de relations s'établit entre les deux systèmes, celui de la LSF et celui du français. Il est en effet incontestable qu'un jeu d'influence et d'emprunt s'est mis en place, avec la particularité qu'il ne s'exerce que dans un sens dans la mesure où le rapport entre les communautés est hiérarchisé. En effet, la communauté sourde française est incluse dans la communauté française dont la taille relative à la première est telle qu'elle en ignore son existence et ne peut par conséquent en être influencée. Par contre, la LSF, parce qu'elle se situe dans l'environnement du français, emprunte certaines représentations qui passent principalement par le biais de la dactylogogie. En effet, cette dernière, qui est la représentation manuelle des lettres du français, est utilisée pour la création lexicale, en particulier de certains noms propres, même si une partie de monde associatif militant pousse actuellement au remplacement des gestes contenant une base dactylogogique renvoyant au français par une forme totalement iconique. C'est méconnaître les mécanismes propres des langues dont la forme non écrite évolue librement, sans s'en référer à la conscience d'une académie.

A titre de comparaison, l'ASL – qui n'a pas souffert de cent ans d'interdiction et ne souffre plus depuis Stokoe (1960) du questionnement autour de son statut de langue – a évolué dans une direction qui laisse une large part à la dactylogogie, très utilisée et dont certaines formes couramment utilisées montrent déjà une usure perceptible. Par exemple, « BACK (as in "give something back") » (Signe 1) est réalisé sans le A, avec une agglutination des lettres B-C-K et de la racine du signe signifiant « tu me donnes » qui se manifeste par le déplacement de la main de devant le locuteur vers son épaule (Signingsavy.com, 2011) :



Signe 1 : BACK (as in "give something back")

La suppression des lettres centrales, en particulier les voyelles, pour les mots de 3 ou 4 lettres est très courante.

Aussi, les unités dactylogiques agglutinées finissent-elles par être de moins en moins perceptibles en tant qu'unités autonomes renvoyant à un graphème du mot correspondant en anglais. La signature qui en découle est alors perçue comme un signe à part entière. La littérature américaine nomme ce phénomène « lexicalised fingerspelling » (Valli & Lucas, 2002). Pour davantage d'exemples, une excellente vidéo intitulée « Lexicalized Fingerspelling » (YouTube.com, 2011) est disponible sur Internet²⁴ et dont la vignette suivante (Signe 2) montre la réalisation du signe « Do » dans le sens de « what can I do » ou de « I have a lot of things to do ».



Signe 2 : « Do »

Les prises de vue de profil montrent les deux phases du signe, comprenant un « d » puis un « o » déformé. Par rapport à la signature attendue pour D-O qui se réalise normalement avec la paume de la main dominante alignée sur plan sagittal, les deux mains sont, ici, utilisées avec les paumes tournées vers le haut.

²⁴ Le lien précis de la vidéo est : <http://www.youtube.com/watch?v=lsWG-ww0D14>

C'est le même processus qui, à l'oral, lie les initiales constituant un sigle pour former un acronyme dans lequel on entend toutes les lettres mais de manière liées (5) ou un acronyme dans lequel les lettres se sont associées pour donner une prononciation syllabique (6) voire un mot nouveau (7).

(5) S.D.F. (/ɛs/de/ɛf/)²⁵ devenant SDF (/ɛsdeɛf/)

(6) A.N.P.E.D.A. (/a/ɛn/pe/œ/de/a/) devenant Anpeda (/ãpeda/)

(7) C.D.R.O.M. (/se/de/ɛʁ/o/ɛm/) devenant cédérom et se lisant /sederɔm/

Certains mots ont même perdu la trace de leur sigle dans l'inconscient collectif tels laser²⁶ ou radar²⁷, d'autres sont devenus des racines supportant une dérivation tel *smicard*.

En LSF, dans une moindre mesure, certains sigles ou mots courts du français ont été repris tels quels et se sont transformés en signes : LSF, BMW, OR²⁸, OK, etc.

De l'émergence d'un pidgin

Au niveau de l'individu qui manipule les deux langues, la structure de la langue seconde est influencée par celle de la première, selon les mécanismes habituels autour de la maîtrise d'une langue première et d'une langue seconde. C'est dans ce cadre diglossique, que se manifeste la réalisation de *Pidgins Gestuel Français* (Markowicz, 1980) qui se situent sur un continuum entre français écrit et LSF, avec une structure qui dépend des compétences sur chacune des langues des locuteurs. Ainsi un entendant utilisant la LSF aura tendance à réaliser une forme colorée de « français signé » et le Sourd s'exprimant à l'écrit pourra produire des structures syntaxiques colorées de LSF, comme le montrent ces quelques morceaux choisis de SMS ou de courriels que nous avons reçus de Sourds :

(8) Maintenant je suis dans la route vers chez toi

Pour les locuteurs de la LSF, la gestion des prépositions s'avère très difficile, comme pour tous les étrangers. Il en va de même pour les particules :

(9) J espere que tu me fais a la confiance

²⁵ L'Alphabet Phonétique basé sur Latin-1 est repris en annexe VIII, avec des exemples de prononciation.

²⁶ Laser : L.A.S.E.R. = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

²⁷ Radar : R.A.D.A.R. = RAdio Detection And Ranging.

²⁸ Le métal.

La perception de la nature des mots est faussée par celle des signes :

(10) La nuit je dors tjs en tard

où un adverbe (« tard ») peut être pris pour un nom (« retard ») avec, toujours, une mauvaise perception du sens des particules et de leur rôle lorsqu'elles modifient la nature des mots (« retard » est un nom, « en retard » une locution adverbial).

De même les règles de variations autour d'un même objet sont différentes dans les deux langues, la bonne gestion des règles dans la langue seconde s'en trouve perturbée :

(11) l'intreprete lui appelle

où le pronom représentant le tiers anaphorique varie en français selon qu'il est en position de complément d'objet ou d'oblique (« le » vs « lui ») alors qu'il est constant dans sa forme en LSF (pointeur) mais varie spatialement en fonction du locus où aura été préalablement définie la référence.

Enfin, un dernier exemple (parmi bien d'autres) montrant l'influence de la perception du signifié de la langue première sur la construction du signifiant de la langue seconde :

(12) on se discute

où « discuter », transformé en verbe pronominal subit l'influence de la LSF pour laquelle DISCUTER, COMMUNIQUER, sont des signes de réciprocité, comme SE-PARLER. C'est ainsi que d'une manière générale, les Sourds ont tendance à reproduire la structure de « se parler » pour construire « se discuter », « se communiquer ».

En tant que Langue des Signes, la LSF est également spécifique : elle est différente de la Langue des Signes Québécoise, de la Langue des Signes Britannique, etc. Chaque communauté d'individus a développé sa propre langue. C'est ainsi qu'à l'intérieur même d'un pays – et c'est aussi vrai pour la France – plusieurs variantes dialectales peuvent émerger. Aujourd'hui, avec les moyens techniques de communication visuelle – Internet, visiophonie – où chacun peut être acteur (à l'inverse de la télévision), ces différences dialectales tendent à être gommées, avec, comme on l'observe pour le français, une grande uniformisation des structures syntaxiques et parfois des spécificités régionales fortes au niveau du lexique. D'un autre côté, certaines langues sont plus proches que d'autres et peuvent être regroupées en familles. Par exemple, l'American Sign Language (ASL) est issue de la LSF. En effet, au début du XIX^{ème} siècle, Thomas Gallaudet vint à Paris et convainquit Laurent Clerc, un élève

de l'Abbé Sicard, successeur de l'Abbé de l'Épée, de le suivre aux États-Unis pour y créer la première école sourde américaine (pour plus d'éléments historiques, consulter Moody (1998) et Sacks (1996)). C'est ainsi que la LSF fut exportée aux États-Unis. L'école créée est aujourd'hui une université. Mais, si la LSF et l'ASL sont proches au niveau du lexique, l'ASL – universitaire – s'est bien différenciée de la LSF, notamment parce que, dans ce cadre universitaire, elle entretient un rapport particulièrement étroit avec l'anglais. Par ailleurs, notre séance de travail avec les doctorants de l'UQAM (Université du Québec à Montréal) nous a permis de mesurer à quel point la Langue des Signes Québécoise et la LSF pouvaient être proches du point de vue de l'organisation grammaticale, malgré des divergences importantes au niveau du lexique.

Approches théoriques descriptives des langues signées

Malgré un nombre croissant de travaux et d'ouvrages consacrés aux langues signées, ces dernières restent mal connues et les contours n'en sont pas encore bien décrits.

Nous avons vu que la LSF est une langue peu dotée, c'est-à-dire présentant peu de traces en permettant l'étude. En effet, hormis les quelques ouvrages descriptifs écrits depuis l'Abbé de l'Épée (1784) par Bébien (1825), Valade (1854), mais aussi de 1855 à 1865 par « *Brouland, Pélissier, Lambert, les premiers illustreurs* » (Renard & Delaporte, 2003), il faudra attendre, après l'obscurantisme séculaire qui a suivi le congrès de Milan (Karacostas, 2001), le dictionnaire de LSF (Moody, 1983), puis les propositions de Jouison (1995), de Cuxac (1996), Millet (1997, 1999) et en particulier Cuxac (2000) pour lancer la dynamique de la recherche universitaire sur la LSF.

Ainsi, pour pallier le manque de ressources théoriques, il est nécessaire de recourir à l'enquête auprès d'informateurs sourds afin de constituer les données à partir desquelles travailler. Notons qu'il faut être prudent par rapport aux données recueillies dans la mesure où la LSF est loin d'être uniformisée et trouve des variations lexicales nombreuses, même au sein d'une même communauté, notamment entre les classes d'âge. De plus, en raison des mécanismes de réappropriation récente de la LSF comme la langue incontournable du sujet Sourd, une partie des informateurs a tendance à mettre en avant certaines particularités de la LSF au détriment d'autres que l'on ne retrouve que lors d'entretiens informels et dans le discours spontané. Ainsi, le chercheur qui se trouve dans une perspective descriptive risque-t-il de se heurter à la vision prescriptive du discours métalinguistique de l'informateur.

De plus, l'interdiction de signer dans les écoles et, d'une manière générale, la non reconnaissance de la LSF avec son absence totale dans les situations de vie courante²⁹, a conduit à un appauvrissement de son lexique. C'est ce qu'il se passe pour toute langue minoritaire – gestuelles ou vocale – interdite au bénéfice d'une langue nationale dominante. C'est ainsi que le lexique s'est restreint aux besoins des échanges intrafamiliaux et entre les enfants dans les cours d'école, avec quelques rares rassemblements communautaires. Cette situation a favorisé l'émergence de dialectes et d'idiolectes plus ou moins éloignés les uns des autres. Aujourd'hui si cette diversité représente une richesse, elle reste une difficulté pour le linguiste qui travaille sur une représentation nationale de la langue. En effet, d'une part il se heurte aux variations qui ne font pas toujours consensus et les données qu'il met en avant peuvent ne pas trouver l'adhésion de l'ensemble de la communauté sourde. L'enquête linguistique doit donc, pour être validée, se confronter à l'expertise de sujets nombreux et issus de divers horizons. De plus la non diffusion de la langue par les voies de l'enseignement scolaire contribue à entretenir une pauvreté lexicale dont commencent à s'affranchir seulement certains sujets actifs sur le plan associatif et engagés sur les questions relatives à la LSF. C'est ainsi que l'on voit émerger des groupes dont l'objectif est la réflexion sur la création des néologismes, au sein d'IVT (IVT.fr, 2007) bien sûr mais aussi au sein de lieux comme l'École des Beaux Art de Marseille (Esbam.fr, 2007). Ainsi, le lexique de la LSF est-il en pleine extension. En attendant une large diffusion des néologismes et la relative³⁰ stabilisation de ce lexique, les locuteurs ont recours à deux moyens pour exprimer une idée pour laquelle ils n'ont pas de signe : l'emprunt et la périphrase. En LSF, l'emprunt est possible : il passe par l'emprunt d'un signe lorsqu'il est connu dans une autre langue des signes ou par la dactylologie pour épeler le mot correspondant de la langue environnante, pour nous, le français. Si cette dernière pratique est largement répandue dans les milieux universitaires américains, elle ne trouve pas grande adhésion en France, probablement à cause

²⁹ C'est seulement en 1975 qu'un journal télévisé est interprété en LSF, mais uniquement une fois par semaine (Antenne 2). Il faudra attendre 1977 pour voir lever l'interdiction de la LSF dans l'enseignement par le ministère de la Santé. La même année voit la création de l'IVT (International Visual Theater (IVT.fr, 2007)), centre socioculturel des Sourds, au château de Vincennes, qui proposa les premiers cours de LSF. 1979 voit la naissance de l'Académie de la Langue des signes française (ALSF) ainsi que la création de l'émission *Mes mains ont la parole* (Antenne 2) avec pour la première fois une personne s'exprimant plein cadre en LSF à la télévision. Il faudra attendre 1983 pour voir les premiers sous-titrages en français à la télévision et la publication du tome 1 du Dictionnaire bilingue élémentaire de LSF par l'IVT (IVT.fr, 2007). (Annexe III et IV).

³⁰ Relative, à l'image de la stabilité des autres langues, notamment celles qui ont une écriture et sont fortement utilisées à l'écrit, ce qui en ralentit l'évolution ; en opposition à l'évolution des langues orales, qui ne laissent pas de traces et se modifient au fil des générations. C'est ce qui explique, pour la LSF, l'écart linguistique observable aujourd'hui entre les générations contemporaines, si important que les grands parents et les petits enfants ont des difficultés à se comprendre.

de la grande proportion³¹ de Sourds natifs illettrés du français³². Le deuxième moyen est le recours à la périphrase, à partir de laquelle sont souvent issus les néologismes par réduction des éléments de la périphrase. Ce deuxième moyen utilise très souvent l'iconicité, justement parce que le lexique standard fait défaut. C'est ainsi que de nos jours encore la LSF est très colorée par les mécanismes iconiques. Pour autant, il est possible de produire des énoncés construits exclusivement avec du lexique standard et selon des règles grammaticales stables.

De plus, nous formons l'hypothèse forte suivante : la coloration de la LSF par les mécanismes iconiques est une étape transitoire de son état opprimé vers son état pleinement reconnu. En effet, l'utilisation d'un signe standard étant plus économique du point de vue cognitif, les locuteurs, lorsqu'ils en ont le choix utilisent plutôt ce dernier à la périphrase iconique. C'est ainsi, qu'avec le développement des néologismes, nous devrions voir le lexique se standardiser davantage et se stabiliser. Avec la stabilisation du lexique, nous devrions également voir celle d'un certain nombre de structures syntaxiques. Ensuite viendra l'usure qui rendra progressivement opaque l'origine iconique des signes. Déjà, les locuteurs actuels n'ont pas forcément conscience de l'origine iconique des signes standardisés actuels dont certains ont déjà subi une déformation telle qu'il est nécessaire de recourir au savoir diachronique de certains enseignants et chercheurs pour en trouver l'origine (Delaporte, 2005 ; Bonnal, 2005). Ce phénomène ne pourra, selon les mécanismes d'usure et d'économie des langues, que s'accroître. Cette hypothèse ne suggère pas la disparition du recours à la périphrase iconique dans la mesure où il y aura toujours des signes à inventer, des situations indescriptibles – avec des signes standards – à partager. Elle ne suggère pas non plus que le recours à l'iconicité risque de disparaître mais qu'il tendra à ne trouver la place de son expression que dans un certain type de discours à vocation descriptive ou narrative.

C'est ainsi qu'actuellement, de notre point de vue, au sein de la recherche française, deux grandes approches s'opposent, que nous avons appelées l'école « structurale », classique et l'école de l'approche iconique.

³¹ 80% selon le rapport Gillot (1998).

³² Parler d'illettrisme est ici un abus de langage, largement répandu. En effet, un individu est illettré de la langue qu'il parle, lorsque cette langue possède une écriture. Hors, d'une part le français n'est pas la langue que parlent les sourds locuteurs de la LSF et, d'autre part, la LSF n'a pas d'écriture. Nous devrions donc davantage parler de méconnaissance du français, d'absence de bilinguisme.

L'école « structurale »

Principes théoriques

En dehors des quelques travaux effectués par les précurseurs du XVIII^{ème} et du XIX^{ème} siècle, l'approche classique trouve véritablement son origine dans les travaux de Stokoe (1960) qui décrit pour la première fois les langues des signes selon le principe de la double articulation que Martinet (1960) formalisa pour les langues vocales et attesta pour les langues signées dans l'introduction à la grammaire de Nève (1996).

Ainsi, la formation des énoncés dans les langues des signes s'articule sur deux niveaux : un niveau morphologique et un niveau phonologique. Les morphèmes, unités minimales de sens, sont en nombre fini et leur combinatoire permet la production d'un nombre infini d'énoncés. Ils peuvent être une partie d'un signe (équivalent de l'affixe et/ou des morphèmes dépendants des langues vocales) ou le signe lui-même. Le second niveau correspond à celui de la phonologie des langues vocales et permet l'identification des [gestèmes](#) : unités minimales non significatives mais distinctives, à partir desquelles il est possible d'opposer des paires minimales de [morphèmes](#). Par exemple MAL-AU-VENTRE (Signe 21, p. 58) s'oppose à CONTENT (Signe 20, p. 58) par la seule expression faciale, les éléments manuels étant strictement identiques (Moody, 1998 : 61 et 69).

Cette approche est à la base des propositions de transcription – ou écritures – des langues des signes dont nous avons parlées dans la première partie, notamment le système de notation phonétique HamNoSys développé à Hambourg (Prillwitz *et al.*, 1989) ou encore SignWriting (Sutton, 1973).

L'école américaine – à la suite de Suppalla (1978), (1986) – reste très influencée par la description linguistique traditionnelle avec la volonté de faire coller au plus près le modèle pour les langues des signes au modèle courant pour les langues vocales. L'école canadienne également, avec les travaux de Miller (1997) sur la phonologie de la Langue des Signes Québécoise et la grammaire descriptive proposée par Dubuisson *et al.* (1999). Cette volonté de coller au plus près des langues signées se retrouve même sur des travaux en phonologie des langues des signes. En effet, Brentari (1998) propose un modèle prosodique de la phonologie des langues signées, dans la lignée des travaux de Goldsmith (1976) sur la phonologie auto-segmentale et métrique.

La conséquence en est que la description est longtemps restée partielle avec un modèle axé sur les seuls gestes de la main. Cependant la dimension de l'espace comme support structurant la grammaire des langues signées est depuis longtemps prise en compte, avec Suppalla (1982) qui décrit la structure des verbes de déplacement et de localisation en ASL, suivi de Liddell (1990) qui revisite l'interprétation de l'utilisation de l'espace à travers les loci³³, Padden (1990) qui examine plus particulièrement la grammaire spatiale des verbes en ASL, Engberg-Pederson (1993) qui décrit l'organisation spatiale de la Langue des Signes Danoise, Emmorey & Reilley (1995) qui rassemblent des travaux autour de l'espace, Sutton-Spence & Woll (1999) décrivant la grammaire spatiale de la Langue des Signes Britannique, etc.

Par ailleurs, même si Klima & Bellugi (1979) s'interrogeaient déjà sur la place des structures iconiques dans le système linguistique, les derniers travaux de la communauté internationale tendent à élargir leurs observations aux éléments non manuels. Par exemple, Bahan (1996) s'est intéressé aux réalisations non-manuelles de l'accord verbal en ASL et Liddell (2003) évoque les éléments non-manuels tout au long de son ouvrage synthétique sur la grammaire, le geste et le sens en ASL.

Description Syntaxique

Les premiers travaux francophones en syntaxe sont ceux du groupe de recherche sur la Langue des Signes Québécoise (LSQ) à Montréal avec un certain nombre de propositions, par exemple sur la question de l'ordre des signes en LSQ (Bouchard *et al.*, 1999) ou le travail à partir duquel nous avons appréhendé la notion de loci spatiaux et digitaux (Vercaingne-Ménard et Pinsonneault, 1996). Le plus grand apport du groupe de recherche Québécois est sans doute la *Grammaire descriptive de la langue des signes québécoise* avec *Le comportement manuel et le comportement non manuel* pour le tome 1 (Dubuisson *et al.*, 1999) et *le lexique* pour le tome 2 (Dubuisson *et al.*, 2000). Par ailleurs, la thèse de Parisot (2003) sur l'accord des verbes à forme rigide fut pour nous un support essentiel à la réflexion que nous avons menée sur la typologie verbale et que nous exposerons dans le chapitre suivant.

En Europe, le premier travail francophone traitant explicitement de grammaire et de syntaxe, avec une approche linguistique traditionnelle est un essai de grammaire d'une variante de la LSF (Nève, 1996). Les données sur lesquelles a travaillé l'auteur sont celles de la Langue des Signes Belge qu'il présente comme une variante dialectale qui ne se différencie guère de la LSF que par les réalisations lexicales.

³³ Le locus est un sous-espace réservé à valeur de pronom (section 0).

En France, quelques groupes de recherche proposent également une approche linguistique traditionnelle. Notons celle du LABRI³⁴ où Retoré et son équipe de recherche « SIGNES³⁵ » ont axé leur travail sur la formalisation de la syntaxe de la LSF pour la génération d'énoncés. Il s'agit d'une réflexion où l'organisation de la phrase s'opère suivant des règles syntaxiques. Au-delà de la description formelle, un des objectifs de l'équipe est le traitement informatique de la syntaxe et de la sémantique de la LSF (Retoré *et al.*, 2003). A Grenoble, même si l'observation des phénomènes et leur description, notamment la mise au point d'une terminologie spécialisée, « *relève d'une approche « différentialiste » qui tente de dégager les descriptions des langues gestuelles de l'arsenal théorique forgé pour l'analyse des langues vocales* » (Millet, 2005), l'approche est également plutôt traditionnelle. En effet, Millet (2005) souligne encore que « *ces mécanismes [« prises de rôles » ou « transferts »] (...) s'inscrivent entièrement dans l'ensemble des processus syntaxiques de la LSF* ». C'est également dans cette dynamique de description syntaxique que nous nous inscrivons.

Le tour d'horizon ne saurait être satisfaisant sans rappeler le travail de Bill Moody (1983) qui a écrit le premier manuel d'apprentissage de la LSF qui demeure utile à de nombreux travaux, ne serait-ce que pour la partie dictionnaire de l'ouvrage.

L'approche iconique

Cuxac (2000), apporte à la recherche linguistique sur les langues signées un point de vue qui s'affranchit du structuralisme ambiant. En effet, son approche sémiogénétique fait de l'iconicité le pilier de la méthodologie. La prise en compte de l'iconicité comme élément structurant la langue conduit à tout le champ de recherche sur la construction lexicale reposant non sur l'arbitraire tel qu'il avait été défini par Saussure (1916) mais sur la motivation. La problématique de la motivation revêt un sens important pour les travaux en diachronie et l'élaboration de dictionnaires étymologiques (Bonnal, 2005).

Cependant, l'approche ne s'arrête pas à une compréhension diachronique de la langue. La volonté de l'équipe de Paris VIII, dirigée par Cuxac, est de prendre en compte tous les paramètres de formation du geste linguistique : les mouvements des mains, des épaules, du torse, du regard, des sourcils et de la bouche. Cette approche a permis de s'intéresser à des phénomènes linguistiques jusque-là – et encore aujourd'hui – décrets appartenir aux domaines marginaux – non centraux – de la linguistique, comme la prosodie. Les points de

³⁴ LABRI : (<http://www.inria.fr/recherche/equipes/signes.fr.html>) CNRS, Université de Bordeaux 1 et ENSEIRB

³⁵ SIGNES : Signes linguistiques, grammaire et sens: algorithmique logique de la langue.

vue défendus par Cuxac et son équipe participent largement du débat actuel sur l'essence des langues signées, avec une réflexion de fond autour de l'existence – ou non – d'une couche phonologique pour les langues des signes (Cuxac, 2001). Le débat va jusqu'à sa remise en cause (Cuxac, 2003), du moins telle qu'elle est issue de la tradition linguistique pour laquelle les langues vocales sont le seul support à partir duquel les définitions de base ont été élaborées à commencer par celle de l'arbitraire du signe. En effet, l'observation des langues signées nous montre qu'il peut être motivé. Notons cependant que c'est également le cas pour certains signes des langues vocales dont certains phonèmes semblent être liés aux caractéristiques acoustiques du [réfèrent](#) dont il est question, comme dans le /mi/ de « miauler ». Il faut cependant noter la grande disproportion de la présence du phénomène entre les langues des signes et les langues vocales.

Un des points centraux de la réflexion de Cuxac est que coexistent en langue des signes deux façons de transmettre l'information : l'une par utilisation du lexique standard, peu illustratif et faiblement iconique et l'autre par utilisation de structures iconiques au caractère fortement illustratif. Citons pour exemple l'histoire du cheval explorée en profondeur par Sallandre (2003) pour expliciter les mécanismes mettant en œuvre les structures de grande iconicité.

Notons à la suite de Cuxac, les travaux de Risler (1998) qui propose un lien entre iconicité, procédés d'imagerie et définition des catégories grammaticales de nom et de verbe, avec une approche se situant davantage sur un plan sémantico-cognitif (Lejeune & Risler, 2004), y compris pour l'analyse d'énoncés et la génération automatique en LSF (Lejeune, 2004).

Pour nous, l'iconicité reste l'influence directe de l'environnement sur la langue qui « *montre en même temps qu'elle dit* » (Cuxac, 2000), avec l'utilisation de variations s'exprimant dans le continuum tridimensionnel de l'espace-temps. Cependant, dans le cadre de notre travail en traitement automatique de la LSF, nous proposons l'approche selon laquelle ces variations relèvent de la description de la mise en forme du signal, sur le même niveau que les phénomènes prosodiques de l'oral, continus eux aussi. Ce niveau est, pour nous, à distinguer du niveau de la description des unités de sens – morphologiques – dont nous avons la conviction qu'elles sont organisées en catégories sur le même modèle théorique que pour les langues vocales pour lesquelles la perception catégorielle fut établie par Liberman *et al.* (1957). Les travaux américains récents de Emmorey *et al.* (2003) ont inauguré la recherche dans ce sens. Ainsi, les langues des signes, du point de vue de leur organisation structurelle, peuvent-elles être décrites, suivant certaines approches selon des continua, mais

également selon des catégories suivant d'autres approches. Ces catégories participent de la standardisation lexicale dont nous retiendrons la prévalence de la convention sur celle de l'arbitraire même si nous pensons qu'il existe malgré tout pour les langues des signes dans la mesure où chacune présente son propre lexique. Ces variations d'une langue à l'autre, voire d'une région à l'autre pour une même langue, tiennent au fait que même si les signes comportent des éléments iconiques, le « choix » de ces éléments pour la construction d'un signe reste arbitraire. Par exemple « connaître » se réalise en LSF avec la main touchant le front et en LSQ avec les index et majeurs des deux mains (index et majeurs tendus, les autres doigts repliés) venant se toucher, le geste se réalisant dans l'espace devant le locuteur³⁶. Ainsi CONNAÎTRE_{LSF} s'inscrit dans une iconicité relevant des fonctions intellectuelles (c'est la raison pour laquelle on explique que CONNAÎTRE_{LSF} se réalise au niveau du front) alors que CONNAÎTRE_{LSQ} relèverait davantage d'une iconicité de la rencontre (les deux mains qui se rejoignent).

Enfin, Cuxac (2000) développe également la notion d'iconicité diagrammatique structurant de façon massive la syntaxe des énoncés des langues signées de telle sorte qu'il y a ressemblance entre l'agencement des signes dans l'espace de signation et le rapport des éléments dans l'espace de référence. Cuxac relève que cette iconicité n'est pas spécifique et trouve son origine au niveau langagier des représentations sémantico-cognitives. De notre point de vue, et dans la perspective du type d'énoncés que nous aurons à traiter dans le cadre de notre contribution à la traduction automatique du français vers la LSF, nous nous en tiendrons pour commencer à une organisation de l'espace mettant en opposition les actants d'un verbe. Nous postulons qu'il est possible d'étendre le modèle à un ensemble de verbes – donc à un énoncé complet – partageant des actants instanciés pour le discours selon une répartition stable dans l'espace de signation. Nous développerons ce point à la section 0.

Spécificités et non spécificités des langues signées

D'une manière très générale, les langues des signes sont souvent présentées comme étant spécifiques par rapport aux langues vocales. Nous allons voir que le canal visuo-gestuel – effectivement spécifique comme support des unités constitutives de base – colore certains des objets linguistiques à tel point que de nouveaux concepts doivent être inventés. Ces « inventions » ne permettent que de mieux identifier les objets, de proposer une ouverture, une extension des approches, sans remettre pour autant en cause les principes proposés par la

³⁶ Cette description de CONNAÎTRE_{LSQ} vient du corpus des exemples vidéo de la thèse de Parisot (2003).

linguistique traditionnelle. Nous pensons en effet que si les langues des signes nous mettent d'emblée devant la globalité de leur composition et de leur expression, parce qu'elles n'ont pas de système d'écriture qui peut opérer comme un filtre, elles n'en sont pas plus complexes que les langues vocales lorsqu'on étudie ces dernières dans leur globalité, en intégrant toutes les strates de leur composition et de leur expression : unités minimales constitutives, unités minimales de sens, intonation modale, prosodie, gestes co-verbaux, mimiques faciales, etc.

Quelles unités pour les langues signées ?

Le but de cette partie est de présenter notre compréhension de la constitution du geste en LSF.

Dans toutes les langues signées, les signes se caractérisent par cinq paramètres (Moody, 1983) : la forme des mains dite « configuration », l'orientation de la paume, le lieu d'articulation, le mouvement et les gestes non manuels (expressions faciales principalement). De ces cinq paramètres est issu un ensemble d'unités qui – associées les unes aux autres – permettent la création de signes distinctifs deux à deux.

La présence simultanée de ces paramètres s'inscrivant dans un espace tridimensionnel encourage un discours selon lequel les langues signées – à l'inverse des langues vocales réputées linéaires – sont pluridimensionnelles. S'il est vrai que les langues signées permettent la transmission conjointe d'informations et leur décodage instantané grâce au canal visuel, considérer cette propriété comme leur étant spécifique c'est oublier que les langues vocales en situation de parole spontanée sont également pluridimensionnelles quand on prend en compte la prosodie et la gestualité. C'est pourquoi la pluridimensionnalité ne constitue pas pour nous une spécificité des langues des signes.

Terminologie

L'exemple de la Figure 1Figure 3, emprunté à Klima & Bellugi (1979) pour l'ASL, montre les deux signes CHILD et THING ne différant que par l'orientation de la paume. Toutes choses égales par ailleurs (configuration de la main, direction et type de mouvement,

expression du visage³⁷), l'orientation permet donc de distinguer deux gestes : ENFANT et CHOSE et ne porte pas de sens en soi.

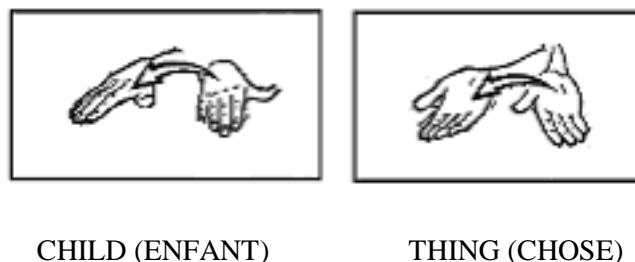


Figure 3 : Mise en évidence d'un chérème (Phonème)

Pour Stokoe (1960), il existe des termes spécifiques pour nommer les unités de double articulation des langues signées :

Chérème et gestème

Le « [chérème](#) » pour les langues signées est l'équivalent du « phonème » pour les langues vocales. Il est parfois appelé « [gestème](#) », comme élément constitutif du geste. L'étymologie du terme renvoie à la main. Or il est désormais admis que le signe linguistique des langues signées comprend l'ensemble des éléments corporels. Par extension, le niveau chérématique des langues signées correspond au niveau phonologique des langues vocales. Ainsi, l'orientation mise en évidence (Figure 3), fait-elle partie des chérèmes.

Kinème et geste

Le « [kinème](#) » est l'équivalent pour les langues signées du « morphème » pour les langues vocales. Il est parfois appelé « geste ». L'étymologie du terme renvoie au mouvement, ce qui correspond bien à l'idée première du signe comme objet non statique.

Discussion

Il existe un risque de confusion entre chérème et kinème parce que ce dernier n'est pas seulement utilisé par la linguistique. En effet, les chercheurs en kinésique, les kinésicistes, se sont inspirés du modèle de la distribution complémentaire utilisé en linguistique pour établir

³⁷ Il se peut qu'une autre opposition apparaisse avec les labièmes (section 0). Un ou plusieurs des labièmes les plus saillants du mot correspondant de la langue vocale associée (l'anglais pour l'ASL) peuvent compléter la signature du geste. Cependant, l'utilisation des labièmes – ceux renvoyant au mot équivalent – n'est pas obligatoire, certains informateurs la réfutant même totalement lorsqu'ils font référence à leurs productions spontanées dans le cadre d'un échange entre sourds.

leur méthodologie et leur terminologie. Ainsi un « kine », équivalent du « son » en phonétique, représente la plus petite unité de mouvement corporel qui puisse être extraite et distinguée d'un autre mouvement corporel. Le « kinème » est donc ici l'équivalent du phonème et non du morphème. Il a été défini ainsi par Winkin (1981) comme une « *classe d'allokines dont la substituabilité peut être démontrée au sein de kinémorphes* ». Les constructions kinémorphiques ou kinémorphologiques sont alors l'équivalent des constructions morphémiques ou morphologiques. C'est sur la base de cette définition qu'il y a un risque de méprise entre les définitions respectives du kinème et du chérème. En effet, cette définition n'est pas très claire dans la mesure où la « kine » est utilisée pour construire les deux termes kinème (équivalent du phonème) et kinémorphe (équivalent du morphème). Nous nous en tiendrons donc à la terminologie habituelle, avec les phonèmes et les morphèmes, qui n'est pas ambiguë. Certes, pour les langues signées le phonème n'est pas sonore, mais sa définition comme éléments constitutifs du morphème reste pleinement applicable.

Phonologie ou « paramétrie » des langues signées ?

Alors que la phonologie des langues signées est un sujet d'étude en soi dans les autres pays (Miller, 1997), (Brentari, 1998), elle peine à s'implanter en France où elle est plutôt remise en cause (Cuxac, 2004) malgré différents travaux : la thèse de Bonucci (1998) sur l'« *analyse phonologique et indexation figurative pour une base de données d'entrées lexicales de la Langue des Signes Française* » ou la méthodologie de création des dictionnaires numériques de Fournier (1999, 2006). Avant de terminer cette section sur une discussion pour éclairer notre positionnement au sujet du niveau phonologique, observons premièrement le geste.

Description du Geste

« [Geste](#) » n'est pas un simple synonyme de « [signe](#) ». Un geste est un ensemble de paramètres (mouvements, posture, forme de la main, etc.) à partir desquels un signe (linguistique, de la LSF) est construit. Un geste est un signe si l'ensemble des paramètres suffit à créer du sens.

Revenons donc à la définition du signe sur laquelle il nous semble indispensable de s'attarder dans la mesure où, comme nous avons commencé à le montrer, les niveaux structurels en restent flous ou contestés. En première approche, il correspond au mot des langues vocales. Par conséquent, d'un point de vue structurel, le signe linguistique des

langues signées est pour nous un geste ou un ensemble de gestes³⁸ où le geste de base est constitué de deux états (initial et final), eux-mêmes constitués d'un ensemble – à un instant T – de paramètres liés par une trajectoire (Figure 4). Au niveau du geste, la question du sens n'est pas pertinente, elle ne le devient qu'au niveau du signe. L'utilisation de cette terminologie, notamment le fait de passer par un état constitutif que nous nommons geste, est parfois questionnée par certains chercheurs. Cependant elle est pertinente pour le cadre dans lequel nos travaux s'inscrivent : le traitement automatique des langues et plus particulièrement la synthèse assistée par ordinateur. C'est pourquoi nous faisons le choix d'utiliser le terme de « signe » lorsque nous parlons de l'équivalent du mot et d'utiliser le terme « geste » lorsque nous décrivons un élément de sa constitution. Évidemment, les deux désignent le même objet lorsque le geste obtenu suffit à l'identification d'un signe.

L'objectif est ici d'identifier le niveau d'information nécessaire à la synthèse de gestes. Partons de l'observation de la construction physique d'un geste. Ce dernier est constitué de paramètres de formation dont nous proposons une classification sous forme de schéma, (Figure 4). Il s'agit d'un instantané du geste que l'on peut nommer état. Aussi le geste est-il complet lorsqu'il contient au moins deux états (Début et Fin) liés par un dernier paramètre : le type de trajectoire.

Il existe deux types de paramètres : les paramètres manuels et les paramètres non manuels. L'ensemble de ces paramètres constitue l'ensemble des catégories de traits qui forment le geste :

- les configurations manuelles
- les orientations manuelles
- les lieux dans l'espace et sur le corps
- les trajectoires entre deux états
- les éléments non manuels
 - positions des parties du corps
 - traits du visage.

³⁸ Certains signes peuvent comporter un ou plusieurs états intermédiaires. Il s'agit alors de signes complexes qui peuvent être interprétés comme la fusion de signes. C'est le cas de APERCEVOIR qui est la contraction de VOIR et de ATTRAPER. Certains signes sont complexes en soi, comme ACCIDENT ou DE_TEMPS_EN_TEMPS, et sont décrits comme étant construits par la somme de plusieurs gestes.

Puis, chacune de ces classes contient des éléments que l'on discrimine les uns des autres en fonction de leurs effets sur les gestes. Il s'agira ensuite de proposer un formalisme permettant de résoudre la simultanéité des paramètres précédemment exposés, c'est ce que nous verrons dans la section 2 du chapitre IV sur la mise en forme du signifiant.

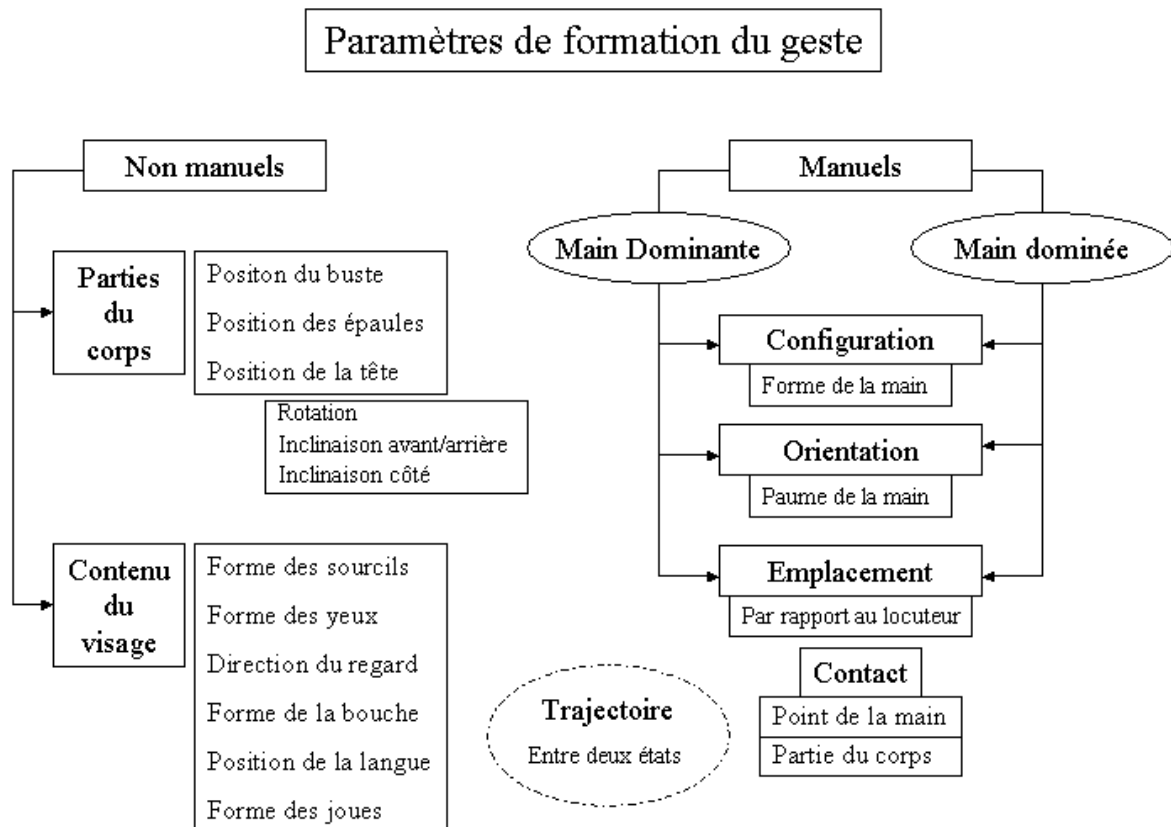


Figure 4 : Paramètres de formation du geste (Kervajan, 2006)

Contenu des classes d'unités

Il s'agit dans cette partie de donner un aperçu des unités qui constituent les paramètres de formation du geste.

Configuration

Les configurations sont les formes de la main. Leur nombre, pour la LSF, n'est toujours pas identifié de manière formelle ou pour le moins consensuelle comme l'expose Boutora (2008) dans sa thèse. En effet la difficulté est de définir les frontières entre les différentes

formes, avec pour conséquence de rassembler sous une même forme prototypique des formes proches :

Par exemple, le site de Nancy (Lsf.univ-nancy2.fr, 2002) différencie 48 configurations (Annexe IX). Cependant, il est légitime de se poser la question de la pertinence de l'opposition de certaines d'entre elles :

- La position du pouce pour certaines configurations est-elle déterminante ou est-elle la conséquence de phénomènes de coarticulations ? En d'autres termes existe-t-il deux signes opposables dans la logique des paires minimales sur la base de la variation de la place du pouce parmi les trois propositions du Tableau 1 ? Il est intéressant de noter que certains exemples proposés par le site de Nancy (Lsf.univ-nancy2.fr, 2002) selon ces trois configurations ne sont pas indexés justement. Par exemple le signe ASSOCIATION est indexé selon la première vignette alors que la vidéo montre très clairement une réalisation selon la deuxième vignette. De plus le signe proposé correspondant à la configuration de la troisième vignette, réalisé pouce rentré est ANTIQUITÉ que nous avons vu réalisé pouce sorti ailleurs (Sintes, 2010).

		
B	AU_REVOIR	ANTIQUITE

Tableau 1 : Trois variations de la main plate³⁹

- Les deux pincés du Tableau 2 sont-elles allomorphes ou discriminantes ? Par exemple que comprend l'interlocuteur pour lequel REFUSER serait fait avec la configuration prévue pour CHOISIR ? Ou l'inverse ?

³⁹ Selon les propositions du site de Nancy (Lsf.univ-nancy2.fr, 2002).


	
OUI, CHOISIR	REFUSER

Tableau 2 : Une pince entre pouce et index ou majeurs, autres doigts relevés

- Que faire de la suite du Tableau 3 où :
 - la première vignette montre la réalisation du chiffre 3 que l'on peut également voir se réaliser selon la seconde vignette
 - de même pour le chiffre 4 avec la troisième vignette pour le prototype et la quatrième pour l'exception
 - la réalisation du W est tantôt faite comme un 3 (vignette 2) tantôt comme un 4 (vignette 3), notamment par les locuteurs qui ont du mal à ne plier que le petit doigt ?





			
3	3, W	4, W	4

Tableau 3 : Trois, Quatre ou « W » ?

Il semble pour ce cas qu'il y ait une opposition entre le paradigme des chiffres, où le nombre de doigts relevés fait sens et celui des lettres où l'évocation de la forme prévaut, compte tenu que pour le W, il n'y a pas de concurrence parmi les lettres permettant d'opposer 3 ou 4 doigts relevés, même si académiquement, c'est la forme de la deuxième vignette qui prévaut.

- Enfin, pour notre dernier exemple, nous opposons G et D. Notons que ce n'est pas la forme du G partagée par tous : notre informateur le réalise avec le pouce collé le long de l'index. Il nous semble que c'est davantage la mise en évidence du pouce qui soit discriminant et non la position des autres doigts (plus ou moins fermés).

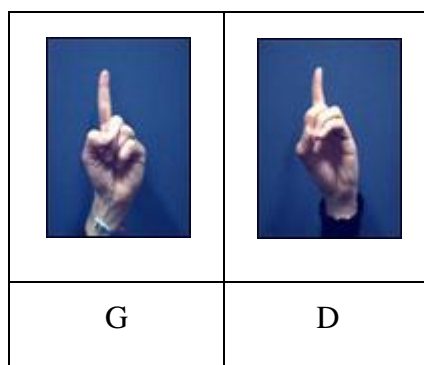
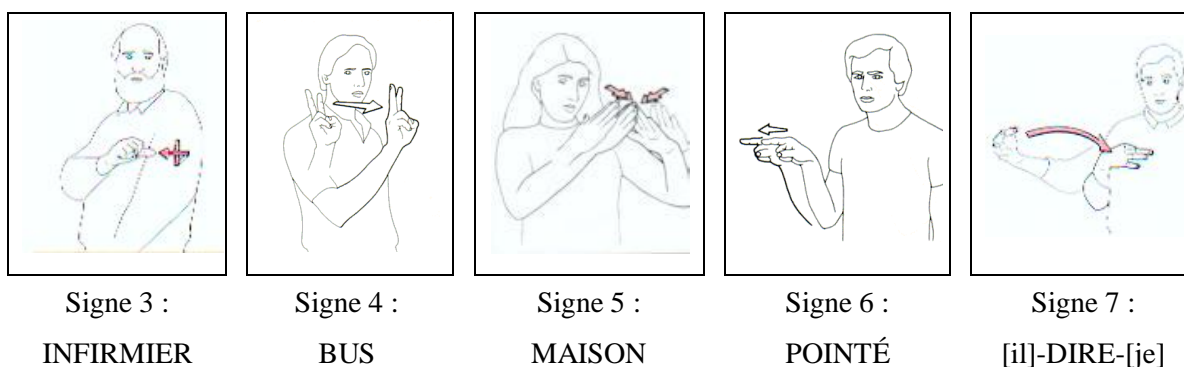


Tableau 4 : Index tendu, les autres doigts en pince avec le pouce ou poing fermé ?

Ces exemples montrent à quel point il est actuellement difficile de faire l'état d'un système phonologique des configurations. Cela est d'autant moins aisé que la plupart de ces formes peuvent porter du sens, dès qu'elles sont utilisées en tant que proformes (unité morphologique à valeur de pronom, section 0, p. 53) et non plus en tant que simple paramètre constitutif de signe. Par exemple, la main plate (Tableau 1, p. 44) peut simplement servir à construire le signe MAISON (Signe 5) mais peut aussi être un signe à valeur morphologique pleine renvoyant à une entité précédemment évoquée dans le discours (une voiture, une moto, un mur, une table, etc.)

Emplacement

Plusieurs types d'emplacements sont à distinguer :



- ceux sur le corps, qualifiés parfois d'ancré ou localisé comme INFIRMIER (Signe 3) que l'on effectue sur le haut du bras
- ceux dont l'emplacement est stable⁴⁰ par rapport au locuteur, comme BUS (Signe 4) que l'on effectue sur le côté à hauteur de la joue
- ceux dont l'emplacement neutre se situe devant le locuteur mais qui peut varier en fonction du contexte comme MAISON (Signe 5)
- ceux dont la cible dépend d'éléments préalablement référencés dans l'espace, typiquement le POINTÉ (Signe 6)
- ceux dont le départ et la cible dépendent d'éléments préalablement référencés dans l'espace comme [il]-DIRE-[je], « *il me dit* » (Signe 7)

Cette liste de catégorie est très intuitive de notre part. En fait, la description de la granularité pertinente de l'opposition des espaces relativement les uns aux autres fait cruellement défaut. Une étude complémentaire de perception catégorielle demande à être faite. Cependant, une catégorisation « absolue » des espaces risque de ne pas avoir de sens dans la mesure où certains signes peuvent localement varier de façon non significative alors que d'autres peuvent s'opposer sur des espaces très proches. En fait il semble que la gestion de l'espace relève d'une perception davantage relative qu'absolue, notamment dès que l'espace est utilisé pour structurer la grammaire. Aussi la notion d'espace ne se définit-elle pas sur un même plan lorsque celui-ci est utilisé par la syntaxe et lorsqu'il est utilisé par le lexique.

De l'emplacement découle le contact éventuel, décrit de manière très complète par le système de notation de Hambourg (uni-hamburg.de/hamnosys.content, 2004) qui distingue de nombreuses parties du corps et des mains, jusqu'à identifier chaque phalange selon l'endroit et l'envers.

Orientation et Direction

Nous regroupons la direction et l'orientation parce qu'elles peuvent être décrites suivant le même paradigme : des axes qui partent du point central de la main. Le nombre d'axes n'est pas posé. Sa connaissance demanderait, une fois encore, une étude de psycholinguistique sur

⁴⁰ Notons que ces signes, dans la mesure où ils ne sont pas ancrés sur le corps du locuteur peuvent être directement réalisés dans l'espace de signation, même si académiquement la construction sera plutôt la suivante : d'abord la réalisation du signe standard (tel que sur la vignette) puis reprise par sa proforme dans l'espace de signation.

la catégorisation. Mais, nous pouvons estimer, à la suite des propositions faites par (Moody, 1983) qu'il y a au moins treize axes différentiables, soit 26 directions :

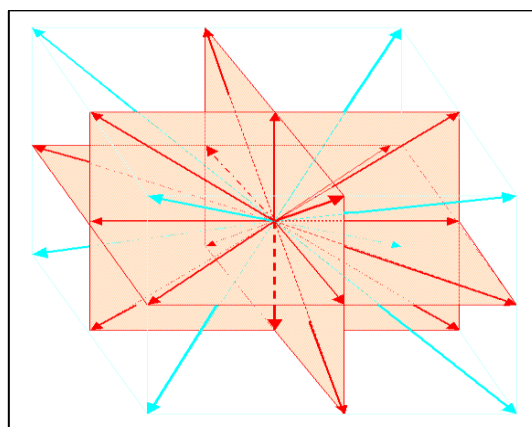


Figure 5 : Directions – Orientations

Nous associons les paramètres d'orientation et de direction. La Figure 4 (, p.43) montrant notre proposition des paramètres de formation du geste ne fait pas mention de la direction. En effet nous avons considéré que la direction était de fait, du point de vue de l'approche en termes de départ et de cible du geste, une conséquence de la trajectoire associée à l'orientation de la paume de la main. Cependant la plupart des modèles les spécifient toutes deux parce qu'ils n'identifient pas forcément les états de début et de fin pour la description pédagogique du signe. En effet, dans une visée pédagogique, il est plus économique de parler de direction que de donner deux états desquels découle cette direction. Cependant dans une perspective de traitement automatique des langues, il est indispensable de passer par ces deux états de départ et de fin liés par une trajectoire. Et, dans ce cadre là, la direction n'est plus qu'une conséquence de la mise en relation de ces deux états.

En réalité, pour l'orientation il s'agit de celle de la paume de la main et certaines d'entre elles ne sont mécaniquement pas réalisables. Il sera peut-être judicieux de partir d'une description plus physiologique en employant les termes consacrés :

- Supination (paume vers le haut)
- Pronation (paume vers le bas)
- Fermeture (paume vers l'intérieur)
- Ouverture (paume vers l'extérieur)

La notation d'HamNoSys (Uni-hamburg.de/hamnosys.content, 2004), basée sur une approche phonologique permet, outre les éléments manuels (Annexe V), de transcrire ces éléments de direction et d'orientation :

- Direction du mouvement (Straight movements) :

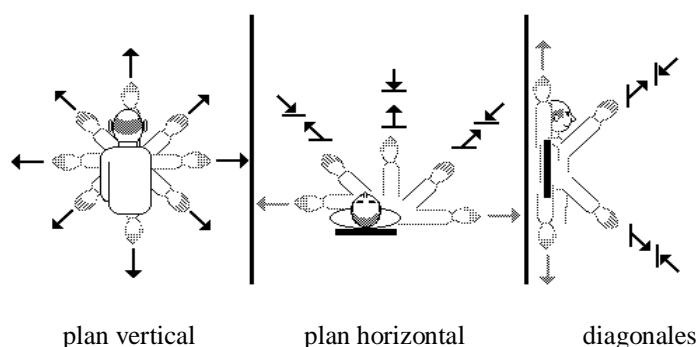


Figure 6 : Direction du mouvement selon HamNoSys⁴¹

- Direction de l'index (Finger based orientation) :

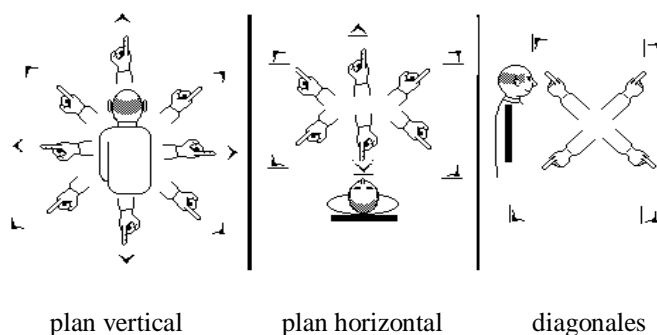


Figure 7 : La direction de l'index selon HamNoSys⁴²

- Orientation de la paume de la main, la partie noire étant la paume (palme orientation) :

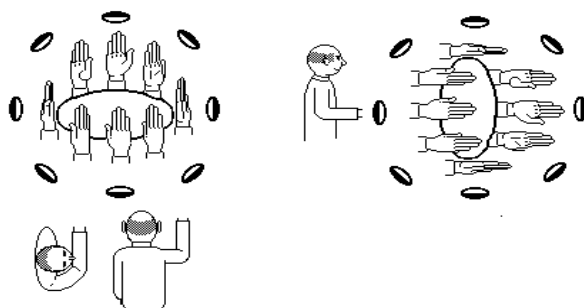


Figure 8 : L'orientation de la paume de la main selon HamNoSys⁴³

⁴¹ <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HamNoSysErklaerungen/englisch/16StraightMovements.html>

⁴² <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HamNoSysErklaerungen/englisch/10Fingerstartdirection.html>

Gestes non manuels

Les gestes non manuels ont toujours été les éléments les moins étudiés. Chetelat (2006) constate le flou qui règne autour de la description de ces unités. Elle propose d'en observer finement les caractéristiques en les annotant de manière systématique. Dans ce but, elle a élaboré un code de transcription non ambiguë à l'aide de symboles lui permettant de s'affranchir de l'imprécision de langue du linguiste (Chetelat, 2010).

Pertinence des paramètres par rapport au but poursuivi

Nous verrons, chapitre IV, que la bibliothèque de gestes⁴⁴ est préenregistrée, construite par le travail d'infographistes, avec un niveau de description qui ne descend qu'au niveau du morphème. Nous allons voir, comment – parce que les langues des signes sont riches en articulateurs⁴⁵ – de nombreux paramètres que nous avons décrits sont tantôt éléments constitutifs d'un morphème complexe (un signe constitué d'un ensemble de paramètres), tantôt morphèmes eux-mêmes. Rappelons que ce n'est pas une spécificité remarquable des langues signées puisque les langues vocales le font aussi : le français, par exemple donne une valeur de morphème à presque toutes ses voyelles⁴⁶ et dans une certaine mesure⁴⁷ quelques unes de ses consonnes :

- /a/ = à, a, ha
- /o/ = haut, ho, ô
- /ɔ/ = utilisé pour interpeler, équivalent de /ɔw/
- /i/ = « y » locatif
- /u/ = eu,
- /e/ = et

⁴³ <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HamNoSysErklaerungen/englisch/11Handpalmorientation.html>

⁴⁴ Rappelons ici notre acception de geste *vs* signe, le deuxième étant l'unité porteur de sens, le premier n'étant que la résultante d'un ensemble de paramètres/postures.

⁴⁵ Les articulateurs des langues signées sont les dix doigts, les mains, les poignets, les avant-bras, les coudes, les bras, les épaules, le cou, la tête, le torse, le bassin, les yeux, les sourcils, les joues, les lèvres, la langue, les dents. Ils sont visibles et extrêmement mobiles : ils peuvent interagir entre eux et avec d'autres parties du corps utilisées comme point de contact et agir (pour certains) dans l'espace devant le locuteur. Ils sont directement porteurs du signal linguistique. Ils sont eux-mêmes unités minimales constitutives du geste.

Les articulateurs des langues vocales sont les lèvres, la langue, la mandibule et les cordes vocales, avec un certain nombre de lieux de percussion/frottement : les dents, les lèvres, le palais, etc. Leur vocation n'est pas d'être visible et leur fonction première est de créer un signal acoustique. Ce signal est découpé de manière abstraite en phonèmes, unités minimales constitutives du morphème.

⁴⁶ Dont certaines, comme le /o/, peuvent renvoyer à de nombreux morphèmes : au, aux, eau, eaux, haut, os, aulx, ô, oh, -aux, o (la lettre).

⁴⁷ Dans la mesure où il est parfois nécessaire d'associer ces consonnes à un /ə/, au moins pour les rendre sonores.

- /ɛ/ = est
- /ø/ = eux
- /bə/ pour exprimer la surprise, l'étonnement
- /m/ pour exprimer le consentement ou le doute (en fonction de l'expression corrélée)
- /ʁ/, /R/ ou /r/ pour râler
- /ʃ/ pour chut
- etc.

Certains idiolectes français utilisent même des clics, pour donner du sens, notamment marquer son approbation au discours de l'interlocuteur (aspiration claquée de la langue contre une des rangées de dents latérales, bouche ouverte par écartement de la joue sur le même côté).

Aussi, pour la LSF, nous pouvons noter les morphèmes « mono paramétriques » suivants :


- sourcil levé = question, doute
- joue gonflée = épaisseur
- joue rentrée = finesse
- bras écartés = grosseur
- bras serrés = étroitesse, maigreur
- regard = détermination, reprise anaphorique (pronom), prédication
- configuration = reprise anaphorique (pronom)
- lieu du torse = les choses de la vie courante
- lieu du front = les choses de l'esprit⁴⁸

Notion de niveau phonologique

Les systèmes dont nous avons parlé, notamment celui de Hambourg, sont présentés comme étant phonologiques. Or l'existence d'un niveau phonologique ne fait pas consensus.

⁴⁸ Encore que l'exemple de CONNAÎTRE_{LSQ} vs CONNAÎTRE_{LSF} (section 0) mettait en évidence que ces propositions ne sont pas absolues.

Pourtant, si la phonologie est une classification abstraite des sons, peut-elle être également considérée comme une classification abstraite d'unités minimales distinctives non sonores, mais visuelles ?

Le fait de voir les articulateurs dans un cas et non dans l'autre est un piège poussant à faire croire que le niveau paramétrique des langues signées est concret alors que le niveau phonologique des langues vocales est abstrait. En réalité, dans les deux cas, les articulateurs sont concrets et le produit de leurs mouvements est abstrait : pour les langues vocales nous obtenons des sons, que nous catégorisons ; pour les langues signées nous obtenons des images, que nous catégorisons. Le phénomène d'abstraction est en effet le même que nous construisons un signifié à partir d'un signifiant sonore /a/ ou à partir d'un signifiant visuel suivant : 

Dans les deux cas, il y a bien des articulateurs – concrets – qui produisent un signal interprété comme signifiant – abstrait.

Ainsi, là où la phonologie traditionnelle observe et décrit des sons, à partir desquels elle discrimine des catégories pour élaborer le modèle phonologique, il manque à la description des langues signées l'observation d'« images » comme objet d'étude équivalent du son. Ces « images » seraient les instantanés produits par le jeu d'association d'articulateurs, et pour inclure les trajectoires, les instantanés issus du recueil de ces dernières (histogramme).

En réalité ces images existent et HamNoSys nous en donne son interprétation.

Du point de vue applicatif, cette approche est confirmée par la comparaison des moyens utilisés pour la mise en forme du signal. Pour la synthèse vocale, ce ne sont pas les articulateurs qui sont produits, mais les sons. Pour la synthèse gestuelle, la démarche peut passer par la reconstruction virtuelle des articulateurs d'un avatar. Cependant, ce qui reste perçu – et interprété linguistiquement – est l'image obtenue. Par ailleurs, la démarche peut s'affranchir de la reconstruction des articulateurs en produisant directement des images : c'est le cas des productions en 2D et du cinéma d'animation.

Notre propos n'étant pas de trancher la question, nous effectuerons volontiers cet abus de langage qui consiste à nommer « [phonèmes](#) » les éléments minimaux distinctifs non porteurs de sens, constitutifs des [morphèmes](#), éléments minimaux distinctifs porteurs de sens.

Modèle du morphème des langues signées

La question du morphème des langues signées n'est pas problématique comme l'est celle du phonème. En effet, la définition « unité minimale de sens » convient sans difficulté. Cependant, il peut prendre différentes formes, en lien avec la complexité des paramètres que nous avons détaillés dans la partie précédente. Or, comme pour les langues vocales, un morphème peut être constitué d'une association de phonèmes, ou tout simplement d'un seul phonème dès lors que ce dernier devient, en contexte, porteur de sens.

Morphème oral et sa construction phonologique

D'une manière générale, le morphème de la langue vocale peut être décrit comme une chaîne de longueur extrêmement variable d'une langue à l'autre et à l'intérieur même d'une langue. Cette chaîne est constituée de phonèmes contraints dans leurs associations par des règles générales de phonétique ou par des règles particulières – à chaque langue – de phonologie. Le morphème oral pourrait se modéliser de la façon suivante : un morphème de longueur k est la concaténation de k phonèmes $ph.(i)$ pris dans l'ensemble $\{ph.1, ph.2, ph.3, \dots, ph.n\}$ des phonèmes de la langue :

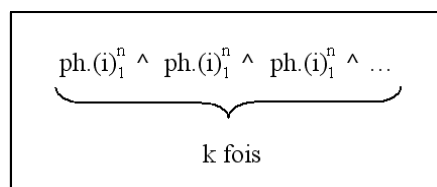


Figure 9 : Modèle du morphème oral

Cette modélisation est notre représentation abstraite du morphème, dans la mesure où elle est constituée des phonèmes, eux-mêmes unités abstraites. Du point de vue du sens, on se limite sur ce modèle au niveau le plus bas, celui porté par le morphème indépendamment du contexte. Or le contexte permet de modifier un sens premier mais également de rajouter des couches signifiantes par l'intermédiaire de la prosodie et de la gestuelle corporelle et faciale associée. Jusqu'ici rien de nouveau si ce n'est qu'il nous semble indispensable d'avoir à l'esprit cette représentation en strates des éléments constructeurs de sens. En effet, une fois rappelées ces notions, il semble difficile de continuer à opposer une certaine pluridimensionnalité des langues signées à une prétendue linéarité des langues vocales.

Morphème gestuel

L'impression que donnent les descriptions générales des langues signées est que le morphème gestuel n'est pas construit sur le modèle de la concaténation linéaire à l'image de ce que l'on vient de rappeler pour les morphèmes des langues vocales. Nous avons vu que la différence vient davantage du fait que la description canonique des langues vocales s'en tient au système phonologique appréhendé comme un tout suffisant et autonome. Mais, si pour les langues vocales la gestuelle corporelle et faciale a longtemps été niée et envisagée comme simple corolaire (co-verbal), l'étude des langues signées impose d'emblée la prise en compte de ces éléments dans la mesure où ils sont supportés par le même canal de mise en forme signifiante. La conséquence immédiate est que les interactions entre les unités des différentes strates sont plus fortes et ne se limitent pas à leur expression conjointe mais conduisent à des modifications et des agglutinations. Notons que c'est finalement également le cas pour l'interaction entre unité phonologique et prosodie où la seconde modifie la structure acoustique de la première.

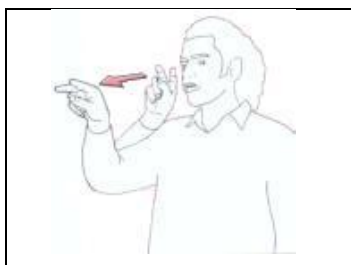
Pour décrire le morphème gestuel, puisque nous n'avons pu faire état d'un système phonologique, nous en resterons à la description compositionnelle par le biais des différents paramètres. Cette approche, dans la mesure où elle prend en compte l'ensemble des éléments produisant le signal, considère comme élément morphémique tout geste ou mouvement susceptible de porter du sens, sans chercher à opérer de différenciation en termes de strates. Ainsi, le signe dans sa globalité est-il constitué de morphèmes qu'il est possible de catégoriser en trois groupes : a) le mouvement des épaules, b) les gestes du visage, c) les gestes des deux mains. Nous nous proposons maintenant d'en développer le contenu, de façon davantage illustrative qu'exhaustive.

Mouvement des épaules

Il se manifeste en particulier dans le transfert de personne. En tant que tel, il s'agit d'un morphème à part entière puisqu'il spécifie le sujet de l'action globale ou du discours. Sa particularité est de rester stable tout au long de la partie de l'énoncé se rapportant au sujet en question. L'utilisation du transfert personnel n'interdit pas la superposition d'autres mouvements d'épaules tels que l'avancée, le recul, le haussement...

Par exemple, le fait d'avancer les épaules sur un verbe, marque ce dernier de l'impératif, comme le montrent les trois exemples suivants, repris tels quels à Moody (1998). Lorsqu'il

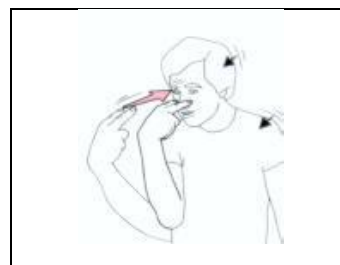
s'applique aux transferts personnels basés sur les espaces référentiels, le déplacement d'épaule, en tant que signification du changement d'actant expérimentateur (qu'il parle ou qu'il agisse) peut être décrit en termes de lieu/emplacement de départ (espace neutre ou espace relatif à l'expérimentateur précédant) et lieu/emplacement d'arrivée (le nouvel expérimentateur).



Signe 8 :
REGARDER



Signe 9 :
[tu]-REGARDER-[me]



Signe 10 :
REGARDE-MOI !

Le fait que ce déplacement peut être mécaniquement réalisé indépendamment des autres réalisations (le discours rapporté ou l'action), un chevauchement est à prévoir entre les mouvements des épaules et les séquences de gestes relatifs au discours ou à l'action.

Gestes du visage

a) La bouche

La bouche joue un rôle important pour discriminer les gestes. Il arrive que la production de labièmes ne reste pas muette. L'idée de sons peut paraître incongrue puisque les principaux intéressés ne les entendent pas. Cependant, le fait de produire effectivement du son a un effet physique sur le labième, même s'il n'est pas toujours très audible. Quoi qu'il en soit, la dynamique de production du son, même si les cordes vocales ne vibrent pas, donne une précision au labième qui justifie son exécution au-delà de l'idée de perception auditive.

- Labièmes muets



Signe 11 : BONJOUR



Signe 12 : MERCI

L'exemple des dessins n'est pas flagrant, si ce n'est qu'ils sont identiques au niveau du mouvement de la main. On note également une différence au niveau de l'expression du visage. Celle-ci pourrait plutôt appartenir à la prosodie : MERCI (Signe 12) dit avec une expression du visage marquant la gratitude. Quant à la bouche, si les dessins ne le montrent pas, elle n'en demeure pas moins significative avec les lèvres en /u/ pour BONJOUR (Signe 11) – qui peut s'accompagner parfois du son /bu/ – et les lèvres en /i/ pour MERCI (Signe 12) – qui peut également s'accompagner du son /pi/ – ce qui fait que ces labièmes ne sont pas nécessairement muets, même s'ils le sont la plupart du temps.

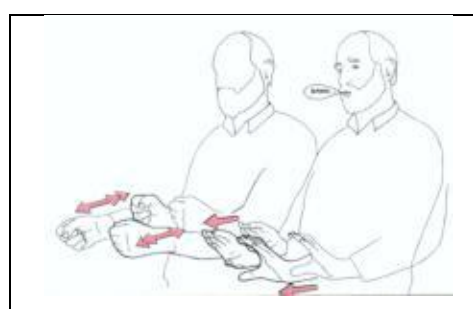
Labièmes sonores⁴⁹



Signe 13 : PI



Signe 14 : DIVERS, ETC.



Signe 15 : BULLDOZER

Les éléments sonores – accompagnés des labièmes correspondants – sont /pi/ pour le signe PI (Signe 13) qui signifie « typique » et qui est très utilisé comme commentaire au sujet d'une personne ou d'une attitude précédemment évoquée. Cette expression pourrait correspondre aux usages de « c'est comme ça ! », « c'est bien lui, ça ! », « c'est typique de ... ». DIVERS (Signe 14) fait partie des signes évoquant la pluralité à laquelle est généralement associé /pøpøpø/. BULLDOZER est, comme de nombreux signes renvoyant à la mécanique, associé au son /bʁʁʁʁʁ/. En réalité, c'est ici l'un des rares exemples réellement sonore, le bruit étant une conséquence incontournable des mouvements nécessaires à la vibration des lèvres pour qu'elles donnent /bʁʁʁʁʁ/ comme signature labiale.

b) Les yeux

- La direction du regard

Le regard peut être neutre, vers les yeux du co-locuteur. Il peut également être dirigé et lié à un morphème dont il spécifie la nature, par exemple pour différencier le verbe du substantif dont la composante manuelle peut être identique. Le regard seul peut également se rajouter ou

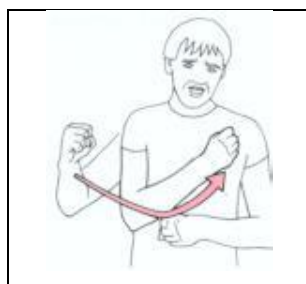
⁴⁹ Notons que tous les Sourds ne produisent pas de sons. Il s'agit ici de ce qu'en dit Moody (1998).

se substituer au geste de pointage ou de déplacement des épaules, pour les processus de détermination.

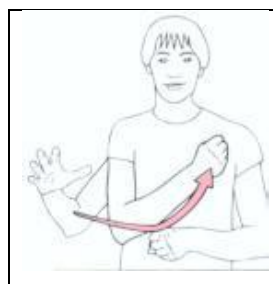
- La forme des yeux

Les yeux peuvent être plissés, fermés, grand ouverts, compatissants, sévères, étonnés, etc.

La forme des yeux renvoie principalement de l'information du niveau prosodique, même si elle participe parfois à la construction lexicale comme élément permettant de discriminer deux morphèmes construits de manière très proche⁵⁰ au niveau des mains, comme le montre l'opposition de DOMMAGE et de GAGNÉ (Signe 16 vs Signe 17).



Signe 16 : DOMMAGE



Signe 17 : GAGNÉ

c) La position des sourcils

Comme la forme des yeux, les sourcils ont deux fonctions qu'il s'agit de repérer et de différencier. Une fonction prosodique, modale et une fonction paramétrique pour la construction lexicale.

- La mise en place de la modalité passe, par exemple, par le relevé de sourcil pour signifier l'interrogation (Signe 18), le froncement léger pour signifier l'affirmation (Signe 19) et le froncement fort pour l'impératif.



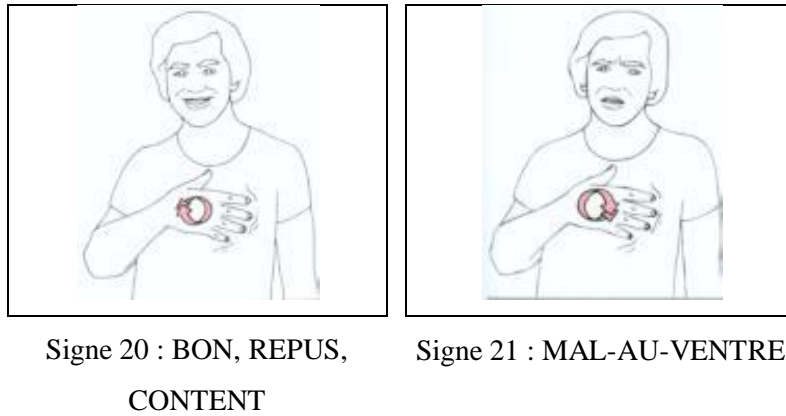
Signe 18 : MOI ?



Signe 19 : MOI !

⁵⁰ L'exécution manuelle de ces deux signes n'est pas totalement identique puisque la configuration de la main dominante n'est pas la même au démarrage des gestes. Cependant, nous pouvons considérer que pour opposer ces deux gestes, les éléments renvoyés par le visage ont une force déterminante. Ainsi, cette opposition, même si elle n'est pas minimale reste pertinente.

- La fonction paramétrique des sourcils – associée à celle de la forme des yeux et de la bouche – permet l’opposition de paires minimales dont les caractéristiques manuelles sont identiques, comme pour BON-REPUS vs MAL-AU-VENTRE (Signe 20 vs Signe 21).



Mains

Les mains composent évidemment la partie la plus complexe du geste et pour lesquelles il convient de différencier un lieu de départ, un lieu d’arrivée et une trajectoire (avec une direction spécifique mais induite) supportant une ou plusieurs configurations contraintes par une orientation, l’ensemble pouvant être répété à l’identique un certain nombre de fois. Un geste peut ne nécessiter qu’une main ou nécessiter les deux mains et ce d’une manière symétrique ou dissymétrique. Le schéma suivant présente notre modélisation de la construction de morphème gestuel pour une main.

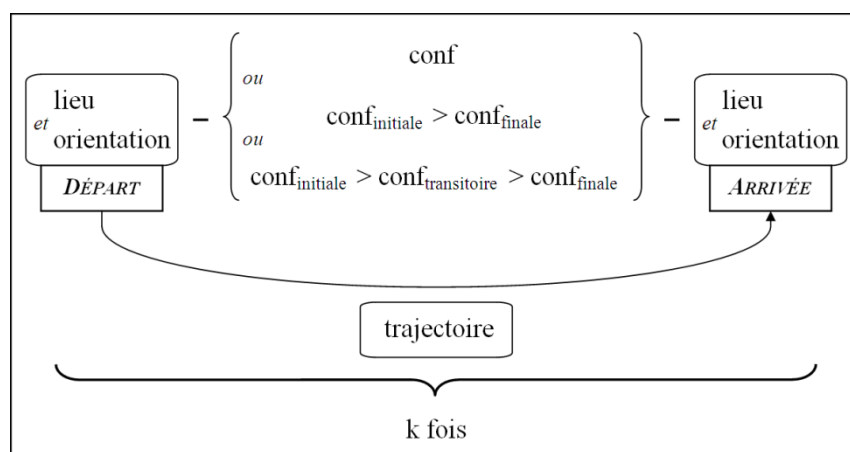


Figure 10 : Morphème Gestuel, détail pour une main

Conclusion

Nous avons donc vu, que malgré une perception de premier abord des langues signées comme étant très spécifiques, elles sont finalement très proches du point de vue structurel des langues vocales, au canal près de leur expression. Cela n'est pas étonnant dans la mesure où la langue, qu'elle soit vocale ou signée a, du point de vue psycholinguistique, la même vocation et utilise les mêmes schémas cognitifs pour s'organiser, les travaux sur les aphasies des locuteurs sourds étant éloquentes sur le sujet (voire (Bellugi *et al.*, 1983) pour la mise en évidence de l'utilisation des mêmes parties du cerveau pour traiter la langue qu'elle soit vocale ou signée et (Clark *et al.*, 1995) pour la mise en évidence que pour une même aire de traitement des mouvements, différentes parties du cerveau traitent ce qui est de la mobilité ou de la praxie de ce qui est du langage).

La nécessité de passer par un niveau abstrait de représentation structurelle pour les langues vocales ne change pas la structuration de la langue suivant les deux niveaux d'articulation. Ainsi, d'un point de vue structurel, les langues signées ne sont pas, pour nous, plus complexes que les langues vocales. En effet si nous reprenons les strates de leur composition et de leur expression, nous voyons qu'elles ont des structures tout à fait parallèles : unités minimales constitutives (phonologiques pour les langues vocales et paramétriques pour les langues signées), unités minimales de sens, intonations modales, prosodie, gestes co-verbaux, mimiques faciales, etc.

Éléments de grammaire

A la lumière de la conclusion à laquelle nous venons d'arriver, il est légitime de penser que les mêmes grandes catégories grammaticales sont partagées entre les langues signées et les langues vocales. Les éléments issus de l'observation des langues signées qui viennent remettre en cause les définitions et l'organisation de ces catégories (notamment la primauté du verbe comme constructeur de la phrase) ne font que renforcer les propositions des études sur l'oral et sur les langues « exotiques », en fait la plupart des langues qui ne sont pas de la famille indo-européenne. Par ailleurs, notre objectif étant la mise en œuvre d'un traducteur automatique, nous avons jugé opportun de ne pas chercher à créer de nouvelles catégories. Nous avons préféré observer comment les énoncés de LSF que nous devions traiter pouvaient être décrits avec les outils traditionnels, utilisés pour le français. Ces outils étant également

utilisés pour d'autres langues, ils sont donc *a priori* suffisamment malléables pour rendre compte d'éléments qu'on l'on pourra trouver dans la LSF et pas dans le français.

L'exposé qui suit est issu de notre propre connaissance de la LSF, alimentée par notre pratique courante de cette langue que nous avons volontiers confrontée à l'intuition de nos informateurs Sourds, locuteurs natifs, certaines références étayant parfois notre propos.

Noyau verbal, noyau prédicatif

Le noyau verbal existe dans la mesure où des verbes sont clairement identifiés comme tels en LSF. Cependant, certains énoncés semblent pouvoir s'affranchir du verbe, du moins tel qu'il est canoniquement – ou inconsciemment – défini pour le français. En effet, la frontière entre le nom et le verbe peut parfois poser problème mais ce n'est pas spécifique à la LSF :

(13) Manger (verbe) vs Manger (substantif masculin)

La frontière entre l'adjectif et le verbe pose également problème.

Par exemple, un signe comme MALADE semble être tantôt un adjectif, tantôt un prédicat. En tant que prédicat, il est associé à un nom, sans avoir besoin d'être complété par un auxiliaire d'état. Une interprétation sémantique plus judicieuse du signe serait « être malade ». Le fait qu'il puisse être associé à des verbes d'état comme PARAÎTRE, AVOIR-L-AIR, ne contredit pas l'hypothèse puisque nous pourrions traduire ces associations selon les mécanismes suivants où en français un verbe d'état peut être associé à une construction du type « être + adjectif » :

(14) IL PARAÎTRE MALADE

=> « Il paraît malade »/« Il paraît être malade »

(15) IL AVOIR-L-AIR MALADE

=> « Il a l'air malade »/« Il a l'air d'être malade »

Ainsi, l'état pourrait être toujours intégré à MALADE, ce qui ferait de MALADE un verbe en LSF. D'ailleurs, si l'on observe son fonctionnement, la mécanique d'implication des épaules s'applique comme pour un verbe manuellement non variable comme PENSER de telle manière à opposer, par exemple :

(16) MALADE(épaules-je) *Je suis malade*

(17) MALADE(épaules-tu) *Tu es malade*

Par ailleurs, cette approche n'empêche pas d'utiliser MALADE comme épithète, comme on utilise le participe passé de certains verbes en français comme épithète. Et, de la même manière qu'en français la morphologie du participe passé diffère de celle du verbe conjugué, les deux formes sont opposables en LSF, notamment par le biais des paramètres non manuels et par le biais de l'utilisation de l'espace. En effet, la position des épaules, la direction du regard sont différents. De plus la construction épithète montre une proximité des lieux de réalisation de l'adjectif et du nom auquel il se rapporte. Il s'agit du même mécanisme d'utilisation de l'espace que celui de la construction de type « NdeN »⁵¹ : lorsque les signes sont mobiles – comme MALADE et ENFANT – ils sont réalisés sur un même lieu de référence. S'ils ne sont pas mobiles, la réalisation des deux à la suite l'un de l'autre, en lien avec une marque de déplacement des épaules, permettra l'association.

Cependant, cette discussion ne permet pas de trancher sur la nature profonde de certains adjectifs comme MALADE. Nous considérerons donc qu'il s'agit simplement d'adjectifs à valeur prédicative. Cette valeur émerge avec un marquage particulier des paramètres non manuels : le lieu, le regard, l'implication des épaules, etc. Dans les deux cas, ce sont ces éléments non manuels qui jouent le rôle de l'auxiliaire d'état du français.

De même, un nom peut prendre une valeur prédicative selon des mécanismes identiques. Ainsi, en LSF, la tête de structure de dépendance – lorsqu'il ne s'agit pas d'une phrase purement nominale ou constituée d'un geste-phrase – sera un prédicat construit sur un noyau verbal, adjectival ou nominal.

Construction d'un énoncé

Il ne s'agit pas ici de remettre en question cette description de la phrase prototypique en LSF. Cette dernière est traditionnellement⁵² présentée comme suit :

(18) QUAND puis OÙ puis QUI puis QUOI puis COMMENT

Cependant nous pouvons en nuancer la portée. En effet, cette proposition est acceptable dans le cas d'un énoncé abordé comme un tout suffisant. Or la construction du discours linguistique s'opère dans un contexte réel et/ou énonciatif. Aussi, lorsque l'on s'intéresse aux énoncés à l'intérieur d'un discours, les principes de formation de la phrase en LSF s'étiolent dans la mesure où, comme dans toutes les langues, une fois le contexte connu, il n'est plus

⁵¹ Constructions NdeN : les constructions comme le traditionnel complément du nom et similaires.

⁵² En particulier par les enseignants de LSF.

rappelé. C'est ainsi que l'organisation des énoncés se fait selon le schéma général Thème/Rhème dont Moody (1983) nous dit qu'il est plus fréquent en LSF qu'en français et insiste sur la présence d'un haussement de sourcil, marque particulière du thème, sans lequel le discours est « *démuni de vie, fade et presque incompréhensible* » (, p. 124).

(19) VIN PREFERER BORDEAUX JE

*Comme vin, c'est le Bordeaux que je préfère*⁵³

De plus, la phrase en LSF peut se réduire, comme en français oral – et bien souvent écrit aussi – à la simple phrase verbale constituée du verbe et de ses actants (éventuellement agrémentée de quelques complétives), à la phrase nominale, voire au signe-phrase – à l'image du mot-phrase – tel que OUI, MOI, MAISON, VOITURE, ROUGE, etc. Ces signes-phrase sont autant de réponses directes aux questions correspondant à l'équivalent LSF des questions suivantes en français : « ça va ? », « Qui m'accompagne ? », « où est ton frère ? », « comment es-tu venu ? », « de quelle couleur est la voiture ? », etc. Notons que les signes-phrase peuvent être beaucoup plus fréquents en LSF qu'en français dans la mesure où ce qui correspond aux prépositions et aux déterminants n'a pas toujours d'équivalent en LSF ou peut être agglutiné au signe racine constituant le signe-phrase.

Au-delà de l'organisation Thème/Rhème, Moody (1983) donne des précisions sur l'ordre des signes (171-173) qui, même si elles peuvent être remises en question ou nuancées par des études extrêmement précises⁵⁴, serviront de base aux règles de grammaire que nous mettrons en place dans le cadre de notre contribution à la traduction automatique. (Chapitre III, section 0, p. 147).

Grammaire et spatialisation

Une des spécificités remarquables des langues signées est la spatialisation de certains éléments grammaticaux. L'exemple (20) montre comment les actants sont positionnés (phase de référencement) dans l'espace situé devant le locuteur (l'espace de signation) puis réutilisés par pointage ou par spatialisation au long du discours. Le sous-espace de signation utilisé pour marquer la référence, puis la réutilisation, est traditionnellement appelé locus. Les actions sont instanciées dans cet espace de référence.

⁵³ Exemple et traduction empruntés à Moody 1998, p123.

⁵⁴ Comme notre étude sur l'incidence de la forme verbale non marquée sur l'organisation syntaxique entre le verbe et les actants (Voisin & Kervajan, 2007).

(20) JUGE-[locA] AVOCAT-[locB] [locB]-TELEPHONER-[locA]

L'avocat téléphone au juge

C'est la réutilisation des loci (A et B) par le verbe qui permet la mise en relation actancielle : le signe du verbe TELEPHONER débute sur le locus référençant l'avocat [loc_B] et finit sur le locus référençant le juge [loc_A]. L'agent du prédicat est donc l'avocat et le patient, le juge.

Ainsi, les langues signées utilisent-elles l'espace de manière à le segmenter en sous-espaces référentiels permettant de construire les relations entre les éléments d'un discours. Vercaingne-Ménard & Pinsonneault (1996) opposent deux types de pointés selon qu'ils sont dirigés vers un point de l'espace ou sur une extrémité des doigts de la main opposée comme dans le cas d'une énumération. De ces types de pointés découlent deux types de loci : spatial ou digital. Pour nous, le locus restera une entité spatiale, dans la mesure où le pointé digital peut être envisagé comme un signe à part entière en tant que lexème d'énumération. Cette entité spatiale est un espace réservé qui fonctionne syntaxiquement comme d'autres pronoms. Sa spécificité réside dans la nature de sa constitution paramétrique qui ne repose que sur l'espace, puisqu'un locus est un lieu :

Dans la construction verbale, il est affixe verbal en position de préfixe ou de suffixe, comme le mettent en évidence la transcription de l'exemple (20) et notre schéma récapitulatif des affixes mis en jeu pour l'accord verbal en LSF (Figure 11, p. 66).

Dans la construction des déterminants, il est associé en tant que suffixe (le lieu d'arrivée du geste racine) au pointeur (le geste racine) que ce dernier soit effectué manuellement (désignation par l'index), visuellement (désignation par le regard) ou par les épaules (désignation par le déplacement des épaules vers la chose à désigner).

Notons par ailleurs que c'est précisément l'utilisation de l'espace pour créer la relation actancielle qui permet à la LSF – et aux langues des signes en général – de s'affranchir de l'utilisation de prépositions : « *Ainsi si je veux dire « je vais à la maison », le signe [MAISON] sera situé dans cet espace 6, le point de départ du verbe [ALLER] sera dans l'espace 3 (« je ») tandis que son point d'arrivée sera dans l'espace 6, à l'endroit où le signe [MAISON] aura été placé. Seule cette spatialisation permet la cohérence syntaxique rendue en français par la préposition « à ». » (Millet, 2005).*

Les phénomènes liés au locus ouvrent des discussions sur la nature de ces phénomènes et du locus lui-même. En effet, ce dernier, que nous appréhendons comme un morphème,

peut être autrement perçu mais il reste difficile de trancher tant l'objet est inhabituel et résiste à rentrer dans le champ des définitions habituelles. Par exemple, la littérature québécoise insiste sur la notion de « *trace* » (Parisot, 2003) permettant la réutilisation d'un locus préalablement associé à un objet. Par ailleurs, Millet (1997) propose la notion d'« *espaces pré-sémantisés* » qu'elle définit comme les « *espaces autour du corps du signeur destinés à recevoir les valeurs actanciennes : agent, patient, but, locatif, indéfini* ».

En ce qui concerne les pronoms personnels, les loci font l'objet de discussions sur les similitudes et différences entre les personnes pointées (Liddell, 2003), (Vercaingne-Ménard & Pinsonneault, 1996). En effet, lorsqu'elle est manuellement explicitée, la première personne est toujours un pointeur sur le lieu de la personne qui signe. Il s'agit d'un signe constant, centré sur le locuteur. La deuxième personne est toujours un pointeur (ou une attitude) vers le lieu de l'interlocuteur. L'interlocuteur n'étant pas toujours en face du locuteur, le pointeur vers lui est par conséquent un signe variable. Enfin, la troisième personne n'est pas figée, elle est relative à l'endroit où le locuteur décide d'en faire la référence ou à l'endroit où elle se trouve réellement. Dans le cas de la présence réelle du tiers anaphorique – qu'il s'agisse d'une personne ou d'un objet – il y a superposition de l'espace de signation – appelé espace syntaxique – et de l'espace de la réalité physique – appelé espace topographique. Liddell (1990) pense qu'il n'y a pas lieu de distinguer les deux, l'espace topographique édictant toujours les principes de relation spatiale. En d'autres termes la syntaxe spatiale des langues des signes serait une image des relations entre les objets dans la vie réelle. Par ailleurs, la troisième personne peut être multiple, c'est-à-dire qu'il peut y avoir plusieurs références vers des tiers actives à l'intérieur d'un même énoncé. De même qu'exposé précédemment, la présence des tiers motive directement la direction des pointages et des relations créées par l'intermédiaire des verbes et des relations de dépendances de type NdeN.

Indépendamment des discussions ayant pour but d'identifier clairement la nature de l'espace mis en œuvre par la spatialisation dans les langues signées, nous pensons que, dans le cadre d'une formalisation pour un système informatique, il est tout à fait acceptable de postuler que l'interlocuteur est – de fait – en face du médium informatique (ou du support de diffusion). Par voie de conséquence, pour le système, l'interlocuteur est en face de lui. Il est imaginable que de futurs systèmes puissent repérer l'endroit exact où se trouve l'interlocuteur (dans le cadre d'une borne interactive devant laquelle plusieurs personnes pourraient se tenir). Quand à la gestion du tiers anaphorique, il se trouve par défaut à droite du signeur virtuel. Pour permettre les oppositions deux à deux – dans le cadre des énoncés simples que nous

avons mis en forme – un deuxième tiers se place à gauche du signeur virtuel. De même que pour le suivi réel de l'interlocuteur, il est possible d'imaginer que les systèmes puissent analyser le comportement de ce dernier pour recréer une image de l'espace topographique dans lequel l'interlocuteur s'exprime. Cet espace serait virtuellement reconstruit en lien avec la connaissance qu'aurait le système de l'espace réel dans lequel les deux – interlocuteur et signeur virtuel – se trouvent au moment de l'échange. Les outils, avec le GPS, sont là pour imaginer un tel degré de simulation d'intelligence artificielle.

Classificateurs

On note un usage massif de classificateurs c'est-à-dire de morphèmes utilisés pour rappeler la classe sémantique d'un signe. Ces objets ont longtemps été appréhendés comme la principale caractéristique de la LSF à la suite de Moody (1983) dont le travail reste le plus important tutoriel de LSF. Cette approche demeure un bon moyen pour expliquer au néophyte la façon dont la LSF fonctionne. En réalité, le classificateur peut être identifié comme n'étant qu'un simple pronom, ce qui nous rapproche des définitions linguistiques habituelles. Cependant, Slobin *et al.* (2003) ont introduit le terme de « *marqueur propre* » qui permet d'entrevoir une approche moins restrictive que celle du pronom. A l'instar de Cuxac (2000) nous préférons le terme de [proforme](#) en référence aux paramètres de configuration manuelle utilisés pour les structures de grande iconicité qui sont des ensembles complexes pour lesquels les mécanismes iconiques sont mis en place non seulement au niveau des mains mais également sur l'ensemble du corps du locuteur. Par rapport au pronom, la notion de proforme véhicule cette part d'iconicité grâce à laquelle les gestes sont morphologiquement variables (Cuxac, 2000). Cependant, nous en resterons à une acception syntaxique, morphologique, de l'objet de telle sorte qu'à la suite de Risler (2006) et pour les mêmes motifs, nous emploieront le terme au féminin :

« Le terme de proforme (au féminin) a été emprunté à Engberg-Pederson (1985) et choisi pour sa référence à la fonction pronominal assumée par ces unités morphologiques : elles s'expriment à travers une forme manuelle ou corporelle, ce qui appelle le féminin. Cuxac [(2000)] et Sallandre [(2003)] utilisent le terme de proforme (au masculin) pour référer aux structures de grande iconicité, et explicitement au transfert de forme. Ces deux termes ne sont pas équivalents, ils ne se situent pas au même niveau d'analyse et ne recouvrent pas le même type de configuration. »

Du point de vue syntaxique qui nous intéresse plus particulièrement, la proforme reste pour nous un classificateur à valeur anaphorique et que nous appréhendons comme un pronom. Notons que, selon le contexte, un même référent pourra être repris par différentes proformes. Par exemple, la classe sémantique de l'être humain (au singulier) sera représentée par les proformes suivantes⁵⁵ : « d » pour les situations de déplacement, de rencontre, de positionnements relatifs ; « n » pour les situations de nage, de chute ; « L » pour la marche ; etc. La classe sémantique des véhicules terrestres horizontaux (voiture, bus) sera représentée par les proformes « main plate horizontale » pour les situations de déplacement, de manœuvre, de positionnements relatifs, « C » pour les situations de contenance (lorsqu'il s'agit de monter dans le véhicule), etc.

Nous avons dit que la proforme était un pronom anaphorique, mais certaines constructions peuvent être cataphoriques, comme en français (« tu me le donnes, le verre ») et avec les mêmes contraintes de proximité où peu d'éléments peuvent s'insérer entre le verbe et le substantif concerné. La cataphore est d'autant plus possible lorsqu'elle est liée à des mécanismes d'économie articulatoire, où la forme pronominale (la proforme) utilisée par le verbe est de la même forme (la configuration) que celle utilisée pour réaliser le substantif. Dans ce cas, rien ne s'insère entre le verbe et le substantif, pour maintenir ce principe d'économie (Voisin, 2005).

Dans la construction verbale, la proforme est un affixe que nous avons appelé « transfixe » (Kervajan *et al.*, 2006).

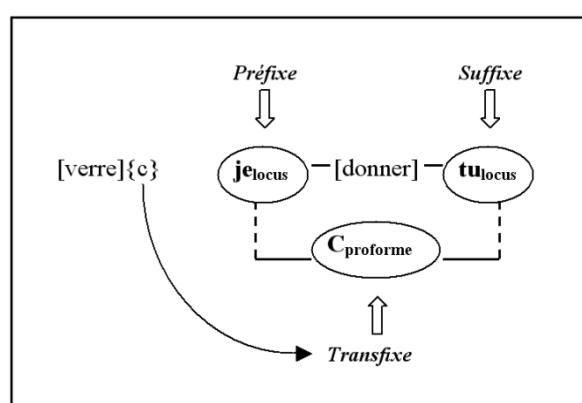


Figure 11 : Préfixe, suffixe et transfixe dans l'accord verbal en LSF

⁵⁵ L'utilisation de la casse est voulue dans la mesure où elle permet de mieux rendre compte de la configuration utilisée. Par exemple, la configuration en « L » montre bien les deux segments du graphème majuscule réalisé avec les doigts marquant un angle droit pour imaginer la forme du L. De même la configuration en « d » reprend les caractéristiques de la casse minuscule.

L'originalité de ce dernier, en tant qu'affixe qui a nécessité la mise en place d'un néologisme, réside dans le type particulier de son agglutination qui ne se fait pas par insertion de sa propre unité dans la chaîne séquentielle des unités auxquelles il se rattache, mais par superposition de telle sorte qu'il s'applique à l'ensemble des unités réalisées entre le début et la fin de son expression, ainsi que le montre la Figure 11. Nous reviendrons dans le détail sur notre approche de l'accord verbal à la section 0, p. 94 du chapitre III.

Gestes Non Manuels

Il serait incomplet de ne pas parler du rôle primordial des gestes non manuels sans lesquels le message deviendrait totalement ambigu, voire incompréhensible. Ainsi le positionnement du locuteur (ses épaules, sa tête) renseigne sur le rôle des unités discursives : la hiérarchie des actants d'un verbe par exemple. Le regard est indispensable pour différencier les structures prédicatives et les relations de dépendance entre les groupes syntaxiques. Son incontournable présence est sans cesse rappelée par Cuxac (2000), Sallandre (2003) pour la LSF ou Liddle (2003), en particulier pour l'ASL. Pour la LSF, l'ensemble des gestes non-manuels fait l'objet d'une étude poussée, entreprise par Chetelat (2006) lors de son mémoire de master et prolongé par sa thèse (Chetelat, 2010).

Objets non-discontinus

Ces objets apparaissent comme étant particulièrement inhabituels en linguistique. En effet, alors que les langues vocales sont réputées participer d'une vision catégorielle du monde, les langues signées introduisent certains objets linguistiques qui en donnent une description continue. Le choix du terme « objet » est à appréhender d'un large point de vue. Il nous permet de ne pas trop nous engager sur un choix terminologique et de regrouper ainsi trois domaines de son expressivité.

Nombre d'acteurs

Il est largement admis et diffusé que les langues signées offrent la possibilité d'utiliser un nombre potentiellement infini de loci qui ne sont pas prédéfinis conventionnellement. Par voie de conséquence, le nombre de référents aux acteurs dans la scène discursive serait potentiellement aussi grand qu'il y a d'acteurs dans le discours. C'est à cause de cette notion d'infini que nous avons associé ce phénomène à la liste des « objets » non-discontinus. En réalité, il ne s'agit pas d'un objet en soi mais de la capacité de la grammaire à utiliser un

nombre important de référents anaphoriques au cours d'un même énoncé. Le fait mérite d'être souligné parce qu'il peut prendre des proportions assez grandes. Par exemple, en français le pronom personnel « il » ne renvoie qu'à un seul référent. L'équivalent de ce pronom en LSF ne renvoie également qu'à un seul référent. Cependant, là où le français a la capacité d'opposer seulement deux pronoms, à condition qu'ils soient porteurs d'un genre différent – « il » vs « elle » – la LSF peut en opposer autant que le locuteur définira d'espaces relatifs : « il-espac1 », « il-espace2 », « il-espace3 », « il espace4 », etc. Ici l'opposition ne se fait pas grâce au genre, mais grâce aux placements préalables dans l'espace⁵⁶. Certains référents peuvent même rester actifs tout au long d'un discours et s'interposer entre différentes scènes discursives, ces dernières étant les espaces relatifs à un énoncé et au sein desquels plusieurs référents sont actifs. Il ne s'agit que d'un potentiel parce que cette capacité grammaticale est limitée par la taille de l'espace de signation et la capacité de gestion cognitive des interlocuteurs. En effet, pour faire un parallèle, le mécanisme d'imbrication de la relative en français est potentiellement infini : il est techniquement possible de multiplier des relatives imbriquées, mais les locuteurs s'y perdent vite. Nous pensons que, de la même manière, si le nombre de références co-occurentes est potentiellement infini, il reste limité dans la pratique de la LSF.

De plus, nous pensons que le l'organisation des références ne s'effectue pas de manière absolue mais relative. Ainsi, la construction d'un énoncé simple, indépendant d'un contexte, comme mis en scène dans l'exemple (20), p. 63, nécessite seulement deux loci. N'étant que deux, ces loci s'opposent naturellement l'un l'autre en étant de part et d'autre du locuteur. Les mécanismes de la référence spatiale en LSF permettent, évidemment, l'utilisation de plus de deux loci. Très rapidement des mécanismes de rappel vont intervenir soit quand la référence est jugée trop ancienne, soit lorsque le locus utilisé risque d'être ambigu. Par ailleurs, en ce qui concerne le « va et vient » entre plusieurs espaces discursifs dont on utilise les loci respectifs sans les réactiver, ce phénomène n'a pour l'instant été décrit que pour des discours narratifs (Risler, 2005) pour lesquels la réutilisation d'un locus est associé à des mécanismes sous-jacents de rappels comme des attitudes, des postures et des liens avec actions ou des objets spécifiques à la scène.

En adéquation avec ce que nous écrivions, fin de la section 0, p. 36, de notre point de vue, et dans la perspective du type d'énoncés que nous aurons à traiter dans le cadre de notre

⁵⁶ Cette opposition peut également s'opérer sur le type de configurations utilisées pour représenter les noms utilisés, un peu comme en français nous dirions « le rond », « le gros », « le long », « le lourd », « le petit », etc.

contribution à la traduction automatique du français vers la LSF, nous nous en tiendrons pour commencer à une organisation de l'espace mettant en opposition les actants d'un verbe. Nous postulons qu'il est possible d'étendre le modèle à un ensemble de verbes – donc à un énoncé complet – partageant des actants instanciés pour le discours selon une répartition stable dans l'espace de signation.

Modificateurs

Les modificateurs, sont pour nous, les éléments qui modifient les informations concernant l'objet sur lequel ils s'appliquent. Certains modificateurs sont lexicaux, mais d'autres, que nous appelons « flottants », ne se réalisent qu'à partir de l'objet qu'ils modifient, que la modification soit de type adjectival ou adverbial. En effet, par exemple, les notions de « gros » et de « petit » existent et sont représentées dans le lexique. L'utilisation des adjectifs correspondants est alors contrôlée par des règles de grammaire habituelles qui dans le cas présent posent que l'adjectif s'emploie généralement après le nom qualifié. Dans leur forme flottante, la manière dont ils modifient le nom est relative au degré de grosseur ou de petitesse que le locuteur veut signifier. Morphologiquement, cela se traduit par le maintien de proformes renvoyant au nom qualifié et par l'écartement des deux mains : du « tellement petit » que les mains se collent au « tellement grand » qu'elles ne peuvent s'écarter davantage. La variation de forme/volume peut aussi directement agir dans la réalisation d'un signe standard (à forte dimension iconique) comme CAISSE qu'elle modifie : CAISSE○GROS⁵⁷

Certains noms ne peuvent pas être repris par des proformes se pliant au jeu de l'écartement des mains. C'est alors l'adjectif lexical GROS qui subira les variations pour devenir GROS-COMME-ÇA. Nous revenons ici à ce que Cuxac (2000) définit comme étant la capacité des langues signées à montrer, tout en même temps qu'elles énoncent. Lorsque l'oral emploie la formule « comme ça », cette dernière est nécessairement accompagnée d'un geste spécifique. En LSF, le « comme ça » est de fait porté par l'adjectif en question, par exemple « gros » pour « gros comme ça ». Mais, là où en français « gros comme ça » est constitué d'une association de trois morphèmes ne renvoyant qu'à un sens incomplet et nécessite un apport para verbal, GROS-COMME-ÇA n'est en LSF qu'un seul morphème autonome au niveau du sens. Cette autonomie étant due aux propriétés iconiques du signe dont le signifiant n'est pas figé alors que celui des morphèmes du français l'est.

⁵⁷ Nous développerons cette notation, qui utilise le caractère « ○ » pour signifier l'agglutination dans le chapitre suivant.

Les structures de grande iconicité

Les structures de grande iconicité (Sallandre, 2003) sont des gestes dont la base n'existe pas forcément dans le lexique standard ou dans le lexique commun des co-locuteurs et qui ont la capacité de physiquement varier pour répondre aux besoins d'expressivité du locuteur, à l'image de ce que nous venons de décrire pour les adjectifs, mais appliqué aux noms. Cependant, cette variation peut entraîner un glissement du rapport avec le signifiant, ce qui n'est pas le cas du modificateur *stricto sensu* dont le rapport avec le signifiant reste fixe.

Ces trois domaines (le nombre d'acteurs, les modificateurs et les structures de grande iconicité) ne sont pas forcément indépendants et peuvent se recouper puisqu'il est possible d'utiliser les structures de grande iconicité pour qualifier. C'est ce que Cuxac (2000) décrit comme appartenant à un continuum en opposition au domaine du discontinu dont font partie les adjectifs de couleurs par exemple.

Notons encore ici que, de notre point de vue, le français connaît aussi le même type de modificateurs, que l'on a traditionnellement abordé comme n'appartenant pas au champ strict de la linguistique mais que la coutume tente malgré tout de retranscrire :

(21) Enoo0OOÔÔ0orrrrme Caisse !

signifiant « vraiment très très grosse caisse ! », où la voyelle est allongée, à l'image du signe de la LSF réalisé avec une plus grande amplitude, pour signifier la grandeur. On peut donc, là aussi, parler de capacité du lexique à varier physiquement.

Aussi, pour défendre l'idée que la LSF est remarquable par ces mécanismes de grande iconicité visuelle, il faut accepter l'idée que le français écrit ne doit pas faire référence pour mettre en avant une éventuelle spécificité de la LSF. Il est judicieux, au contraire de confronter les objets décrits sur un niveau descriptif équivalent pour la langue analysée et pour la langue de référence.

Cette réflexion nous amène, dans une démarche de traitement automatique, à prévenir l'éventuel utilisateur que le résultat obtenu pour la génération automatique de la LSF ne pourra être meilleur que ce que l'état de l'art sait produire comme génération automatique du français, malgré trente ans de recherche, avec encore de grandes difficultés à proposer des énoncés agréables à entendre, quand ils ont déjà l'ambition d'être simplement acceptables.

Aussi, pour nous, commencer notre travail par la description micro syntaxique indépendamment des contraintes prosodiques et iconiques ouvre la perspective d'une

formalisation pertinente pour la production de résultats qu’il s’agira ensuite d’affiner en rajoutant les couches prosodiques et iconiques.

Conclusion

Cette partie présentait une approche théorique des éléments de la LSF qu’il nous semble important d’avoir à l’esprit avant de commencer tout travail effectif de modélisation informatique. C’est à la lumière de cette approche que nous allons pouvoir exposer notre hypothèse de travail.

3 Hypothèse

Le système TiLT⁵⁸ a été pensé et développé pour traiter les langues vocales mais par le biais de leur écriture. Nous allons voir selon quels principes et dans quelle mesure notre travail sur la LSF pour laquelle il n’existe pas d’écriture normée peut s’inscrire dans ce cadre. En effet l’hypothèse que nous allons développer ici pose que, dans la mesure où les langues vocales – et particulièrement les langues indo-européennes à cause d’une forte tradition écrite – bien que partiellement décrites ont pu faire l’objet de manipulations automatiques qui commencent à faire leur preuves, il est possible d’envisager le même travail d’automatisation à partir de descriptions qui, si elles ne rendent pas compte de l’ensemble des possibilités des langues des signes, permettent une manipulation suffisamment pertinente pour dégager du sens et trouver une utilité applicative.

D’une langue écrite vers une langue « à tradition orale »

Rappelons que notre contribution concerne la traduction automatique du français vers la LSF. Or, il est évident qu’avant de projeter la traduction d’énoncés oraux, nous commencerons par valider notre capacité à traduire des énoncés écrits.

⁵⁸ Le système TiLT, brièvement évoqué dans la note 7 page 7, sera exposé dans le chapitre III.

LSF : Langue « à tradition orale »

Selon l'expression consacrée utilisée dans le monde de la linguistique des langues signées, la LSF est une langue à tradition orale dans la mesure où elle n'a pas de système d'écriture. Pourtant, nous devons nous poser la question du niveau ou du type de langue sur lequel nous allons travailler. En France, la LSF est observée sous l'angle de sa grande richesse expressive, notamment par le biais des phénomènes liés à l'iconicité. Or les langues vocales – le français n'y fait pas exception – ont aussi une grande richesse expressive. La tradition a relégué cet aspect au second plan en se contentant de décrire une forme réduite de la langue, celle que l'on observe à l'écrit. Et la distance entre la capacité expressive d'une langue et sa description en est d'autant plus grande que les linguistes ont commencé par travailler sur leurs propres langues, à forte tradition écrite, repoussant hors champ de la « noble » linguistique tout ce qu'ils n'observaient pas sur papier. Cependant, le regard des scientifiques évolue et la tendance cherche à réintégrer ce qui avait été jadis écarté. C'est ainsi que des grammaires s'élaborent, non plus à partir d'exemples canoniques, mais à partir de tournures relevées au sein de corpus qui ont été recueillis dans un souci de variétés productives, tant à l'écrit par le biais de divers types de productions allant du plus formel au plus informel, qu'à l'oral par le biais de l'enregistrement puis de la transcription de productions dans divers contextes. Les études sur les langues signées tentent de participer de ce même mouvement en travaillant à partir de corpus (video).

LSF : Langue écrite

Dans le cadre de notre recherche, parce que nous passons par le biais de l'informatique, la LSF devient pour nous une langue écrite, même si cette écriture n'a d'aura qu'au sein du présent cadre applicatif et ne reste lisible que par le système et nous-mêmes. De plus, parce que nous n'en sommes qu'aux prémices de l'expérimentation, nous choisissons délibérément de ne pas travailler sur les multiples possibilités de la langue, et cela pour deux raisons. La première, dans un souci de restriction du champ d'étude, est que nous partons du postulat que si les entendants savent faire passer un message, une information complète pas le biais d'une modalité langagière restreinte – l'écrit – alors les Sourds sont capables de faire de même. Cette attitude ne réduit en rien la dimension complète de la LSF et ne cherche pas à ramener cette dernière au français signé. Au contraire, elle se veut respectueuse de la langue, respectueuse du fait que la démarche d'aide à la traduction ne pourra s'appliquer dans un premier temps, et pour longtemps encore, qu'à des textes d'un certain type, laissant aux

humains le soin d'interpréter ce qui doit l'être, à l'image même de ce qui se fait aujourd'hui pour les langues vocales. Soulignons au passage l'opposition lexicale : on parle de traducteur quand il s'agit d'un système automatique, mais d'interprète quand il s'agit d'humain. Il ne s'agit pas là d'une opposition « humain » vs « non-humain » mais bien des champs couverts et des capacités attendues. Ce qui nous amène à la deuxième raison qui attrait à la finalité de la recherche. Notre propos est d'élaborer un traducteur automatique du français vers la LSF. La notion de traduction, nous l'avons vu, réduit d'emblée le champ d'expressivité. Au-delà, de quel français parlons-nous ? Par exemple, un système d'aide à la compréhension de textes ne peut utiliser que le contenu des textes qui lui sont soumis. Nous restons donc dans le champ exclusif des modalités que propose le français écrit et que nous appliquons à la LSF. C'est dans cette mesure qu'en titre nous affichions de manière un peu provocante de « LSF : Langue Écrite ». En effet, au-delà du fait que nous l'écrivons pour l'intégrer dans notre système automatique, nous travaillons sur un niveau de LSF qui correspond à l'écrit du français. Ainsi, comme le suggère la Figure 12, tout un pan de la richesse de la langue cible ne pourra être atteint parce que le champ auquel on a accès dans la langue source est lui-même restreint.

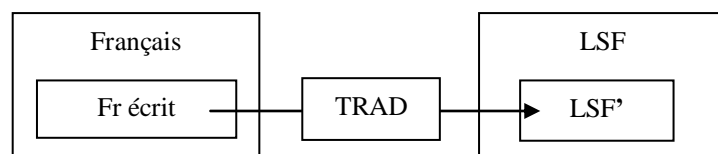


Figure 12 : travailler sur des champs restreints

Plus loin encore, dans le panel des possibles qu'offre le français écrit, nous ne nous intéressons pas à la poésie par exemple. Le but étant l'accès à l'information, nous laissons les effets de styles pour nous concentrer sur l'essentiel : comment, à partir d'une représentation syntaxico-sémantique d'un énoncé, organiser les éléments pour rendre ce dernier intelligible par un Sourde.

Démarche vers le traitement automatique des langues

Il sera probablement reproché deux points à notre approche : d'être d'un structuralisme dépassé et d'être trop emprunt de la grammaire du français. Nous assumons totalement le fait. Nous pensons que la dynamique empirique dans laquelle nous sommes – modélisation d'un lexique et d'une grammaire pour le traitement automatique des langues – nous encourage à poursuivre dans cette voix « structuraliste » pour tenter la description de ce système qu'est la

LSF. Sans renier l'apport de Cuxac (2000) sur la dimension iconique des langues signées, nous tenterons le plus possible d'expliquer des phénomènes qui semblent être très loin de ce que l'on rencontre dans les langues vocales par des mécanismes pourtant identiques. Cela n'est évidemment possible que si l'on accepte de sortir des descriptions grammaticales habituelles pour puiser les modèles dans les travaux actuels réalisés autour de l'oral. En effet, il est fréquent de noter que ce qui est exposé comme une opposition « langue vocale » *vs* « langue signée » est en fait une opposition « écriture académique du français » *vs* « la LSF dans toutes ses dimensions ». Il convient donc dans un premier temps de comparer les objets sur des niveaux identiques de types de discours, d'objectif productif (information, divertissement...). Cette approche nous permet de considérer et manipuler la LSF à un même niveau de traitement que la manipulation du français par les systèmes automatiques. Quoiqu'il en soit, le traitement de la reconnaissance vocale par le traitement automatique des langues en est au stade du traitement de certaines de leurs productions réalisées selon les schémas de l'écrit. Rémi Bove (2005), dans son mémoire de Master, montre bien à travers son état de l'art combien le traitement automatique des langues pour l'oral pose des problèmes qui sont loin d'être résolus. D'autre part, les premières applications auxquelles nous pensons – notamment pour répondre aux obligations légales de droit à l'information pour tous – ont pour source des textes en français écrit. Il n'est donc pas nécessaire de chercher des réponses à des questions qui ne se poseront pas dans l'immédiat.

CHAPITRE II : LES SPÉCIFICATIONS

LINGUISTIQUES

POUR LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE

Il s'agit pour cette partie de décrire les catégories grammaticales que nous avons retenues pour l'élaboration de notre lexique de la LSF. Plus précisément, il s'agit des spécifications que nous avons abordées sur un plan théorique même si toutes n'ont pas pu être implantées dans le système à ce stade. Certaines d'entre elles sont décrites de manière plus approfondie que d'autres dans la mesure où elles ont fait l'objet d'une attention particulière – parfois concrétisée par une publication – pour développer le modèle de formalisation. Au-delà de l'utilité qu'elles trouvent dans la modélisation grammaticale que nous avons mise en place, ces descriptions et les propositions qui en découlent ont vocation à contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes la LSF.

Les spécifications présentées sont plutôt d'ordre grammatical. En effet, le système a vocation à analyser et générer des énoncés à partir de règles appliquées sur des lexiques donnés. Lorsque le lexique subit des modifications, ces dernières sont dictées par des contraintes grammaticales.

1 Notions de grammaire

La grammaire traditionnelle classait les mots du français en neuf catégories (adjectifs, adverbes, articles, conjonctions, interjections, noms, prépositions, pronoms, verbes). Même si ces catégories ont largement été remises en question⁵⁹, elles sont toujours massivement utilisées dans l'enseignement. Par ailleurs, elle constitue pour nous un cadre à partir duquel

⁵⁹ En effet, chaque catégorie est supposée contenir des éléments bien distincts de ceux d'une autre catégorie. En réalité, certains éléments de catégories différentes sont plus proches que d'autres d'une même catégorie. Ainsi, les articles et les adjectifs possessifs sont tous deux des déterminants alors qu'ils sont plus proches des articles que des adjectifs qualificatifs ; ou encore, les conjonctions de subordination sont plus proches des prépositions que des conjonctions de coordination ; etc.

commencer notre travail. Cependant, certaines catégories éloignées sont en fait plus proches que d'autres dites proches. Par exemple, les adjectifs non qualificatifs – comme les possessifs – peuvent être perçus comme étant plus proches des articles définis que des adjectifs qualificatifs. Tout est question d'angle d'analyse. En effet, regarde-t-on l'adjectif possessif comme un élément qualifiant l'objet (mon objet = cet objet est à moi) ou comme un élément le déterminant (mon objet = cet objet là par opposition à un autre) ? Les catégories traditionnelles ont donc davantage vocation à étiqueter qu'à décrire. En effet, l'objectif, notamment en Traitement Automatique des Langues, est de regrouper des éléments lexicaux dans des classes partageant principalement des propriétés syntaxiques et morphologiques. De plus, ces catégories peuvent nous aider à identifier les unités, même si les propositions doivent faire l'objet de discussions. Nous verrons qu'il est parfois préférable de ne pas reprendre l'intégralité du modèle utilisé pour le français, notamment pour la délicate question des articles et adjectifs non qualificatifs que nous regrouperons sous l'étiquette plus générale de déterminants. Par contre, nous verrons que la discussion nous encourage à garder des oppositions qui n'apparaissent pas immédiatement évidentes comme celle de l'adjectif et de l'adverbe.

Catégorie et fonction

La catégorie d'un mot du français se trouve ordinairement indiquée par le dictionnaire, mais dans le discours, les différentes catégories ne sont pas faciles à déterminer. Il est fréquent en effet qu'un mot puisse changer de nature selon sa fonction. Il semble d'ailleurs que ce soit la fonction qui crée la catégorie et non l'inverse. Dans l'exemple (22), c'est uniquement la place relative des éléments les uns par rapport aux autres, qui permet d'identifier la nature des unités.

(22) Je le fais manger vs Je fais le manger

Or, sur ces quatre unités mises dans un ordre différent, deux changent de catégorie principale et une change de sous-catégorie :

- Le verbe manger devient un substantif
- Le pronom personnel le devient un article défini
- Le semi-auxiliaire faire devient verbe entier

Ce qui est remarquable dans cet exemple particulier, c'est qu'aucune variation morphologique n'est nécessaire au changement de catégorie grammaticale.

Ainsi, comme en français, le fait de retrouver des signes dans différentes catégories grammaticales ne doit pas être, selon nous, vécu comme un frein. D'autant que si l'on prend en compte les éléments non manuels comme éléments morphologiquement constitutifs de l'intégralité du signe, il sera difficile de trouver des signes totalement identiques dans des catégories différentes. Par exemple, en LSF, la différence entre le verbe et son substantif s'opère par le regard et la dynamique de son interaction avec les autres éléments de l'énoncé. (Sallandre, 2003).

Un mot, un signe

Nous avons vu (Chapitre I) que nous considérons le signe des langues signées comme équivalent du mot des langues vocales. Cependant, « *un mot, un signe* » ne signifie en aucun cas que « à tout mot correspond un signe et inversement ». En effet, de la même manière qu'à tout mot du français ne correspond pas forcément un mot de l'anglais, la traduction du français vers la LSF ne se fait pas « mot à signe ». Par ailleurs les champs sémantiques ne se recoupent pas toujours. Et cette différence s'accroît à mesure que la distance géographique et culturelle des langues s'accroît.

En ce qui concerne la manipulation de la LSF, l'exercice contient une difficulté supplémentaire liée à l'utilisation de gloses – étiquettes en français – pour écrire la LSF. En effet, alors que nos esprits peuvent associer le champ sémantique spécifique à un mot du français tout en associant un autre champ sémantique pour son équivalent anglais, par le jeu de la différence morphologiques deux mots (*puisque* vs *since* ou *desk* vs *bureau*), les signes de la LSF portent par convention une étiquette qui, si dans une de ces acceptions peut recouper le mot français décrit par l'étiquette, ne renvoie pas au champ sémantique de l'étiquette. Par exemple, le signe MAISON renvoie à l'habitation, mais pas à l'institution.

Signes pleins

Les signes pleins, à l'instar des mots pleins, sont parfois appelés signes lexicaux. Ils sont innombrables – même si à un instant T, ils forment un ensemble fini – et en formation continue. Ils peuvent généralement être remplacés par des pronoms (proformes ou loci).

Les langues signées sont dites extrêmement créatives, par opposition induite aux langues vocales jugées plutôt figées. Plus encore, les langues signées sont présentées comme ayant une part de lexique dit standard et une part de lexique non standard, avec une proportion de plus de la moitié pour le second. Ce dernier décrirait une particularité forte des langues signées en lien avec les phénomènes d'iconicité. Il se compose de signes non figés. L'existence de ce lexique « mou » ne doit pas nous arrêter dans notre volonté de constituer un dictionnaire. En effet, notre approche étant pour l'heure dans le sens de la génération du message en LSF, cet aspect n'est pas un obstacle au travail. La production obtenue aura un aspect moins fluide que celle d'un locuteur, mais elle restera compréhensible. Le problème se posera vraiment au moment de mettre au point la reconnaissance de gestes. Encore que les locuteurs devraient être capables – comme les locuteurs entendants l'ont fait avec les outils de reconnaissance vocale⁶⁰ – de passer par une phase d'apprentissage par le système et de prise en main du système par le locuteur, ou bien de mettre en place des mécanismes de sur-articulation et d'autocensure comme nous l'avons tous fait – et le faisons encore – avec les standards téléphoniques utilisant la reconnaissance vocale pour aiguiller le client.

Signes outils

Comme pour les mots, il s'agit des signes que l'on retrouve le plus fréquemment dans le discours. La difficulté avec certains d'entre eux est qu'ils sont « importés » du français dans le but de clarifier le discours à l'intention de la personne entendante qui ne maîtrise pas la manière dont la syntaxe organise les relations de cause à effet sans l'utilisation de signes spécifiques. En effet, la LSF utilise davantage ce que les grammaires traditionnelles des langues vocales ont l'habitude de rejeter dans le champ de la prosodie, comme par exemple « Tu viens pas ? Je pars sans toi » où l'intonation permet de comprendre sans ambiguïté ce que nous préférons écrire « Si tu ne viens pas, je pars sans toi ».

Signes flottants

Les signes flottants sont les signes qui ne sont pas autonomes en tant que signes. Ils pourraient être comparés aux morphèmes dépendants (-ment, -able, -tion, etc.) du français, mais seulement du point de vue de la modification apportée au morphème support et parce qu'ils ne sont pas autonomes. Leur spécificité réside en particulier dans la manière de s'agglomérer au signe-racine, non sur le plan linéaire de production, mais sur un plan vertical,

⁶⁰ Par exemple, les logiciels de dictée vocale.

de tel sorte que l'ensemble du signe-racine et des éventuels préfixes et suffixes s'en retrouve « coloré ».

Par exemple : « *gros bateau* » se traduit par le fait de signer BATEAU puis d'écarter les mains en même temps que les joues gonflent et que l'ensemble bras-épaules s'écarte. La transcription que nous proposons (23) sera plus amplement décrite à la section 0 du présent chapitre.

(23) BATEAU○GROS

L'écartement des mains en tant que telle peut être vue ici comme un qualificatif dont la construction morphologique pourrait être la suivante : la racine (le sens profond du signe) est l'écartement des mains, avec une sorte d'affixe – la forme des mains – que nous avons appelé « transfixe » (Chapitre I) parce qu'il s'agglomère à l'ensemble de la racine, du début à la fin de sa réalisation. Jusqu'ici la notion de flottant n'a pas encore émergé même si les éléments qui constituent le morphème flottant sont déjà présents lors de la réalisation du qualificatif : « les joues se gonflent et l'ensemble bras-épaule s'écarte ». Ces éléments pourront être repris sur tous les éléments de l'énoncé renvoyant au bateau : ses mouvements, son aspect, etc. C'est cette faculté de colorer tout un constituant, voire toute une phrase, qui fait émerger l'idée de « morphème flottant » et qui peut également être vu comme transfixe dans la mesure où il vient se superposer aux autres signes en cours de réalisation. Nous préférons donc ici ne pas reprendre la notion de « morphème dépendant » du français qui décrit une unité dont la condition de réalisation est régulière et n'est liée qu'à un seul autre morphème. Par exemple, la construction de l'adverbe en français à partir d'un adjectif se fait toujours en agglutinant « -ment » sur la fin de la forme féminine de l'adjectif, comme le montre l'exemple (24).

(24) Petitement = petite + ment

Mais, de même que « -able » porte un sémantisme plein, « ○GROS » est également sémantiquement plein.

Nominalisation

Le phénomène existe en LSF de la même façon qu'en français.

(25) JEUNE (adj) > JEUNE (N).

Il semble bien que ce soit dans ce sens de dépendance là, où c'est l'adjectif qui préexiste au nom.

Conclusion

Les quelques éléments que nous venons d'évoquer nous permettent de penser que, même si la grammaire de la LSF demande une adaptation de la terminologie habituelle, cette dernière reste suffisamment précise pour être utilisée pour décrire les caractéristiques de la LSF. C'est pourquoi nous nous inspirerons largement du modèle de description du français.

2 Spécifications pour le lexique de la LSF

Après avoir donné une description des grands types de signes, il s'agira de détailler plus précisément les catégories grammaticales relatives à ces différents types de signes.

Nom

Les paramètres manuels du nom peuvent varier ou rester invariables, en fonction soit de la structure même du nom (s'il est ancré sur le corps par exemple), soit des structures relatives du nom et de l'adjectif associé. Par exemple \circ GROS peut faire varier BATEAU pour construire BATEAU \circ GROS (avec une distance entre les mains plus importante que pour signer le nom neutre), mais il ne pourra faire varier HELICOPTERE et devra se lexicaliser sous forme d'un signe indépendant.

Le nom porte en lui les éléments sur lesquels s'effectueront les relations et les modifications. Ces éléments se traduisent dans le choix des proformes qui seront alors utilisées dans le cadre de ces relations.

Relation entre le nom et la proforme

Pour nous, le nom et la proforme ne se confondent pas. Le nom a une forme, une morphologie qui lui est propre, intrinsèque et la proforme est choisie en fonction du contexte parmi la liste des proformes liées au nom et est utilisée à un moment donné pour le

représenter. Il s'agit bien de deux signes distincts. La proforme est autonome. Du point de vue de sa réalisation gestuelle, il s'agit d'une configuration mais, une fois la référence avec le nom établie, elle devient liée du point de vue sémantique. Dans ce cas, la construction référentielle est préalablement nécessaire parce que d'une part, les noms peuvent être représentés par différentes proformes (26) en fonction du contexte et d'autre part, une même proforme peut potentiellement être associée à différents noms, même si elle peut effectivement ne renvoyer qu'à l'un d'entre eux à un instant donné (comparer VOITURE et LIVRE dans les exemples (28), p. 82 et (40), p. 92). L'établissement de la référence peut s'opérer de différentes manières : pointage, superposition locative, etc. D'un point de vue syntaxique, son prototype d'instanciation se réalise par la signature de l'élément à référencer immédiatement suivie de la signature de la proforme (associée ou non à un locus). L'instanciation en tant que telle, c'est-à-dire la signature effective de la proforme après le nom, peut être supprimée si son utilisation postérieure ne risque pas d'être ambiguë ou lorsqu'elle est induite par l'utilisation de la proforme pour construire le verbe comme le montrent les exemples (27) et (28), p. 82.

Dans le but de prévoir les questions d'accord verbal, il est intéressant d'élaborer un modèle qui lie les deux – le nom et ses proformes – en représentant le nom sous sa forme minimale – son lemme – auquel sont accolées les différentes proformes qu'il admet.

Ainsi, pour « femme », nous écrivons le modèle comme le montre l'entrée (26) où FEMME est le lemme et {d,u,n,1,4, ...} sont toutes les proformes qui peuvent être utilisées pour représenter le lemme :

(26) FEMME{d, u, n, 1, 4, ...}

Le fait de présenter la liste des proformes entre accolades signifie clairement qu'il s'agit d'un ensemble de proformes possibles qui n'ont pas de réalisation effective liée à la production du substantif et que c'est une de ces proformes qui sera utilisée par un élément contextuel. Nous verrons par exemple que dans la relation entre le nom et le verbe, ce n'est pas la morphologie du nom qui a une influence sur le verbe, mais celle de la proforme utilisée, éventuellement affectée par un modificateur. Une fois la relation entre le lemme et une de ces proformes établie, la proforme remplace le nom dans les relations contextuelles à l'instar d'un pronom. Cependant, un lemme donné n'entretient pas ses relations avec tous les verbes avec une seule proforme. Par exemple, une voiture qui se déplace ne demande pas la même proforme qu'une voiture déplacée :

- (27) VOITURE{mph⁶¹} SE-DÉPLACER(mph) *La voiture se déplace*
(la voiture est conduite par une personne)
- (28) VOITURE{bco⁶²} PRENDRE(bco) *Une voiture est déplacée*
(la voiture est un jouet)

où, rappelons-le :

- Les accolades contiennent l'ensemble des proformes pouvant renvoyer au nom. Cependant, dans un souci de lisibilité, nous n'évoquerons plus, pour nos exemples, que la proforme choisie pour être effectivement réutilisée ensuite.
- Les parenthèses spécifient que le lemme auquel elles sont rattachées est affecté par le contenu des parenthèses, la proforme pour notre exemple.

Il se peut également qu'il n'y ait pas d'accord :

- (29) VOITURE{mph⁶³} ÊTRE-DÉPLACÉ-PAR-UNE-GRUE(crochet)
Une voiture est déplacée
(voiture normale ou jouet)

Dans ce cas, on a affaire à un verbe invariable en proforme : la forme et le mouvement de la grue qui a des crochets et qui attrape toujours de la même façon, à l'inverse des mains, prévaut sur la forme de la voiture, ou généralement de l'objet déplacé.

Cet exemple montre bien comment, par moment, la traduction automatique se heurtera à la dimension iconique de la LSF, que l'on retrouve dans des formes dont on ne pourrait affirmer qu'elles sont standardisées (ÊTRE-DÉPLACÉ-PAR-UNE-GRUE) mais qui ne sauraient être réalisées en utilisant du français signé, c'est-à-dire où la racine GRUE ne serait pas dans le verbe, mais comme en français suivant la formule suivante *PAR GRUE. Une des pistes de résolution du problème passe par la construction d'un dictionnaire bilingue sémantique (thésaurus) considérable. Ce dernier précisera les champs sémantiques relatifs à chaque mot du français et à chaque signe standard de la LSF. Il contiendra également, sous la forme d'expressions idiomatiques, les différences syntaxiques importantes générées par la portée sémantique d'un seul mot nécessitant plusieurs gestes en LSF ou, comme dans notre exemple, d'un seul signe à la forme active en LSF suffisant pour rendre une forme passive du français : *être déplacé par une grue* ➔ ÊTRE-DÉPLACÉ-PAR-UNE-GRUE.

⁶¹ mph = main plate horizontale.

⁶² bco = main en bec de canard ouvert.

⁶³ mph = main plate horizontale.

Après avoir présenté la fonction de la proforme par rapport au nom, voyons ce qui découle de l'observation de l'existence de ces proformes. En effet, en tant que classificateurs, les proformes peuvent nous orienter dans une représentation des noms en LSF selon des classes.

Classes nominales

Cette section est une ébauche qui pourra faire l'objet d'un travail ultérieur conséquent. Nous avons l'intuition que dans les langues des signes, les noms peuvent être classés non seulement en fonction de leurs propriétés sémantiques mais aussi en fonction de certaines de leurs propriétés syntaxiques puisque ces classes vont regrouper des noms qui utiliseront la même proforme pour leur relation avec un verbe donné. Par exemple, tous les noms d'humain agiront le verbe SE-DEPLACER avec la proforme « d », alors que les véhicules du gabarit d'une voiture le feront avec la proforme « mph ». On retrouve ce principe de classification pour le swahili, par exemple, où l'utilisation de tel ou tel pronom dépend de la classe à laquelle le nom de référence appartient. Cette approche, qui revient à classer les noms en fonction des proformes, n'enlève rien à la capacité de la proforme de varier en fonction du référent auquel il renvoie. Par exemple, dans le cas de nos exemples (28), p. 82 et (40), p. 92, la proforme utilisée « bco »⁶⁴ pourra être plus ou moins ouverte en fonction de la grosseur de la VOITURE-(jouet) ou du LIVRE. Aussi, même si les noms, considérés dans leur forme neutre, sont catégorisés en fonction de leurs points communs, ils ne perdent pas leurs capacités d'adaptation iconique. Cette adaptation iconique concerne également la proforme représentant le nom ainsi que les éléments non manuels associés (qu'ils soient associés dès le niveau de construction lexical ou sur le niveau de construction syntaxique). Par conséquent, si cette catégorisation se fait à partir des formes neutres des proformes, cela ne doit pas empêcher d'observer par la suite les modifications supportées par les proformes. Ce passage par une représentation neutre, indépendante d'un contexte, des objets nous permet d'en modéliser une organisation du lexique nominal en classes hiérarchiques et héréditaires. Chaque classe est associée à un certain nombre de proformes correspondant au rôle joué en tant qu'actant du verbe par le nom en question ou correspondant à la relation entretenue avec

⁶⁴ « bco » est la configuration dite « bec de canard ouvert ». Dans la position neutre le pouce est parallèle aux autres doigts, à une distance d'environ deux centimètres. Cette distance est réduite pour s'accorder avec un objet que l'on aura qualifié de petit et elle est augmentée pour s'accorder avec les objets épais.

les modificateurs, le choix de la proforme dépendant du type du verbe ou du type de modificateur utilisé. Ainsi, pouvons-nous organiser les noms selon les classes suivantes⁶⁵ :

- êtres humains
- animaux
- objets préhensibles
- objets animés
- etc.

Ces classes sont elles-mêmes subdivisées en sous-classes qui contiennent à leur tour des classes, le tout selon une organisation hiérarchique grâce à laquelle les propriétés des classes mères sont transmises aux classes filles.

Par exemple, la catégorie « êtres humains » possède des traits communs à tous les Hommes. Cette catégorie se compose d'entrées directes comme « garçon » et d'une catégorie interne comme « femme » qui possède un trait de féminité supplémentaire. Cette catégorie contient elle-même des entrées directes comme « fille » :

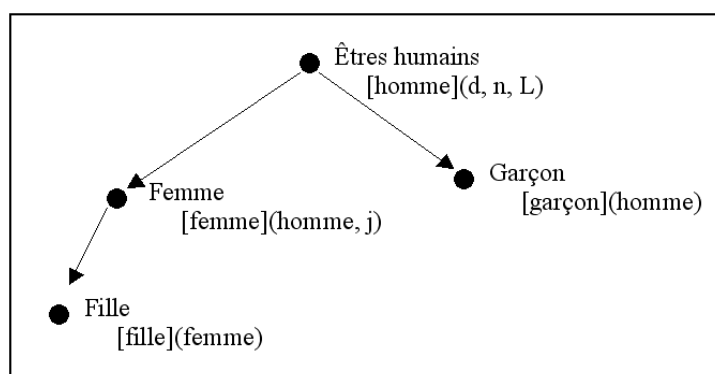


Figure 13 : Hiérarchie des classes

Dans notre illustration, le degré de profondeur reste faible, mais certaines classes sont plus fournies, comme celle des véhicules qui se compose d'autres catégories : véhicules roulants, véhicules marins, etc. Au sein des véhicules roulants, s'opposent les deux roues (représentés avec la main plate verticale) et les autres (représentés par la main plate horizontale). Ces sous-catégories héritent des traits de la catégorie mère, « véhicules ». Au dernier niveau, les noms héritent de tous les traits des catégories successives et peuvent également avoir des traits propres. Bien évidemment, les proformes font partie des traits hérités.

⁶⁵ Cette liste est non exhaustive, en effet, l'objet de la présentation est de formaliser, non de décrire exhaustivement.

Noms propres

D'une façon générale, les noms propres ont un signe correspondant. La portée d'un nom propre dépend de la notoriété de la personne, du lieu ou de l'objet nommé(e). Par exemple il est raisonnable de penser que tous les Sourds français partagent le même signe pour le président de la république (ou ont connaissance des différents signes utilisés). Lorsqu'un nom sans signe apparaît, il est épelé au moyen de la dactylogogie (Annexe X). Si le nom continue d'être employé, il lui est donné un signe. Il s'agit là d'une création lexicale.

Ce phénomène concerne tous types de noms propres :

- de personnes
- de lieux
- d'objets

Les noms propres doivent être différenciés en fonction des traits grammaticaux qu'ils portent : le fait d'être un lieu ou une personne, par exemple, impliquera une gestion de l'espace spécifique permettant de construire les verbes de déplacement et d'action.

Particularité des noms de lieux : villes, pays, institutions

Leur spécificité réside dans le fait de pouvoir être des contenants, à géométrie variable grâce à un [effet de zoom](#) (Figure 14). Concrètement ce dernier est réalisé en amenant les deux mains fermées sur le locus du lieu (un pays parmi un ensemble de pays, par exemple) et d'écarter les mains en les ouvrant selon la configuration du « L »⁶⁶, de sorte à signifier les contours d'une zone. En fait le zoom peut être fait sur toute entité ayant la valeur d'un contenant au sein duquel il est possible d'opposer différents objets selon différentes zones.

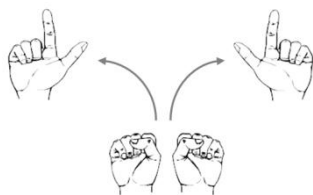


Figure 14 : Effet de zoom

Par ailleurs, la manipulation des noms de lieux peut conduire le locuteur à utiliser un espace de signation vertical plat comme s'il pointait sur une carte géographique murale. Dans ce cas, les éléments mis en place et mis en mouvement dans ce nouvel espace subiront des

⁶⁶ « L » dans le cadre des contours d'une carte. Pour un autre objet, la proforme pourra être différente.

variations mais d'un ordre plutôt co-articulatoire (par rapport à une réalisation dans un espace horizontal). Les principes qui régissent les relations entre les signes au niveau de la syntaxe restent les mêmes. La grammaire reste inchangée.

Affectation de traits pour les noms propres

Les noms propres posent une difficulté supplémentaire dans la mesure où il n'y a pas de correspondance entre le nom écrit – en français – et le nom signé. Aussi, le signe utilisé comme nom propre est-il emprunté au lexique standard ou, à défaut, créé⁶⁷.

Dans les deux cas, il faudra donner à la grammaire la capacité de remplacer les traits d'origine du signe utilisé par ceux du type de nom propre :

- traits humains pour les noms de personnes avec, en plus, les traits du type d'humain (homme, femme, adulte, enfant, etc.)
- traits de spatialité pour les lieux, avec les spécificités du type de lieu (plaine, montagne, contenant, support, etc.).

Noms communs

Animaux

Ils n'ont pas les mêmes caractéristiques grammaticales que les hommes. On observe différentes classes d'animaux avec différents types de traits permettant de les opposer : traditionnellement, ils sont identifiés par leurs pattes parce qu'elles définissent leur démarche et ont par conséquent une influence sur les verbes d'action. Cependant, lorsque les pattes ne sont pas pertinentes, il est également possible de les différencier par la gueule ou le bec par rapport à la façon de saisir et de manger. Ils peuvent aussi être différenciés en fonction de l'utilisation que l'homme en fait, notamment en tant que véhicule. Toutes ces spécificités se retrouvent dans autant de listes de proformes relatives à chaque classe d'animaux.

Objets

Les objets sont de deux types : physiques ou abstraits. Les objets physiques contiennent une liste de proformes liées à leurs caractéristiques de déplacement, de préhension, de

⁶⁷ La création d'un signe est généralement l'aboutissement d'une réduction progressive d'une périphrase permettant de faire référence au nom dont il n'existe pas de signe. Par exemple AFGHANISTAN est la réduction de la phrase signée signifiant « *le pays où les hommes portent un turban enroulé sur la tête* ».

volume, de forme, de contenance, de surface, etc. Les objets abstraits peuvent également être associés à des proformes en fonction de l'utilisation figurée qu'il est possible d'en faire.

Verbe

Les notions développées dans cette section relèvent de mécanismes que nous pourrions qualifier de primaires (ou de premiers) : la relation actanciel syntaxique. Nous abordons cette relation actantielle en amont (donc indépendamment) des influences de la forme iconique des actants sur le verbe. Nous raisonnons pour notre opposition « variabilité/invariabilité » avec comme principe que les actants ont une forme neutre, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas affectés. Par exemple, pour traiter du verbe CONDUIRE, nous considérerons que la personne qui conduit est neutre.

Il serait possible de tenter de donner une typologie verbale tenant compte de toutes les variations possibles, y compris iconiques, mais cela brouillerait l'objectif de notre présentation : mettre en évidence les contraintes d'accord syntaxiquement incontournables pour générer un signal cohérent d'un point de vu syntaxico-spatial.

Une fois les contraintes syntaxico-spatiales prises en compte, il est possible de rajouter des couches de variations qui resteront contraintes par les règles mises en place lors de la réalisation du premier niveau. Aussi, les variations que le conducteur subit (il est étriqué dans sa voiture qui est trop petite pour lui) et qui doivent entraîner une modification de la manière de signer CONDUIRE, seront abordées dès la section 0, p. 102.

L'intérêt de l'opposition des verbes comme étant variables/invariables n'a donc pas pour objectif de nier les phénomènes iconiques mais d'identifier clairement ceux qui ne le sont pas, afin, dans un second temps (de traitement informatique), de pouvoir traiter des phénomènes iconiques.

Morphosyntaxe

Du point de vue d'une organisation syntaxique, nous pensons que le verbe peut être invariable ou varier en fonction de ses arguments. Cette variation s'exprime à travers des flexions construites à partir de trois types d'affixes que nous appelons préfixe, suffixe et transfixe. Les deux premiers sont toujours des [loci](#) (Section 0, p. 62), le dernier est toujours une [proforme](#). (Section 0, p. 65).

Même si l'approche est controversée, comme l'expose Millet (2006), nous utilisons, à l'instar de Neidle *et al.* (2001) les objets de préfixe et suffixe pour les loci. En effet cette dénomination a le mérite d'être claire et de représenter fidèlement notre approche (Figure 11, p. 66).

L'appellation de « transfixe », comme nous l'avons vu au chapitre 1 (Section 0, p.65) nous permet de distinguer la proforme qui est utilisée pendant toute la durée de la réalisation du verbe : la proforme est maintenue du lieu de départ du verbe au lieu d'arrivée du verbe de telle sorte qu'elle subit un transport. D'où l'association des deux notions « trans- » pour garder cette idée de déplacement et « -fixe » puisqu'il s'agit d'un affixe (Figure 11, p. 66).

Par ailleurs, le verbe peut également varier en fonction de différentes modalités qui se réalisent aussi à la manière du transfixe : le mode phrastique, la flexion adverbiale, la répercussion de l'accord adjectival et les éléments prosodiques (Figure 24, p. 109). Nous détaillerons ces aspects dans les sections relatives à chacun des objets.

Chaque verbe admet un infinitif et une forme neutre (dont les loci et/ou le transfixe sont ceux de l'infinitif, avec une neutralité au niveau de l'amplitude, du regard et des gestes non manuels).

Précisions terminologiques

L'usage et la littérature nous parlent des verbes directionnels ou non directionnels. Cette opposition simple différencie les verbes dont la réalisation dépend de l'emplacement des actants dans l'espace de signation de ceux dont la réalisation est spatialement toujours la même. Nous avons cherché, au cours de notre première approche, à nous dégager de cette vision purement spatiale pour réfléchir davantage à une typologie élaborée en fonction de la présence et du type des actants des verbes. Cette recherche vient de la nécessité de décrire la langue d'un point de vu micro-syntaxique dans le but de travailler son implémentation.

Nous considérons que le lieu est, dans certains cas, un actant car quelques verbes sont construits à partir de lui de la même façon que d'autres sont construits avec le sujet et l'oblique :

(30) [LocJe]-DIRE-[LocTu] *Je te dis*

(31) LYON-[LocA] AIX-[LocB] [LocA]-ALLER-[LocB] *Je vais de Lyon à Aix*

Dans la progression du travail de réflexion autour de la typologie des verbes, nous nous sommes progressivement dégagé de la présence des actants autour des verbes pour nous cantonner aux influences des loci et des proformes représentant les actants potentiels sur le verbe. Cela nous permettait en outre de rester dans le modèle plus global de formation des signes que nous avons déjà présenté. Toute notre typologie est basée sur la notion de variation. Elle est relative aux mécanismes de variations manuelles : selon les lieux de réalisation et selon les configurations, les variations non manuelles relevant d'une couche de traitement supplémentaire et ultérieure. Par exemple, les variations selon les épaules (transferts personnels) conduisent à des substitutions de loci des actants : pour dire *il lui dit* en LSF, il est possible de garder les même actants qu'en français (IL et LUI) mais il est également possible d'effectuer un transfert sur IL de telle sorte que JE se substitue à IL et TE à LUI (*il lui dit* devenant *je te dis*). Mais, pour nous, même cette modification pourra être traitée de manière postérieure par un module d'adaptation de la syntaxe conséquemment au traitement des éléments iconiques.

Verbes invariables

Les verbes invariables sont ceux dont la morphologie manuelle n'est pas affectée par la présence des actants⁶⁸. Il n'y a donc pas pour ces verbes de contraintes syntaxiques pour l'ordre des mots. Lorsqu'il y a contrainte, elle est sémantique. Il y a pourtant un ordre canonique, que nous privilégierons : OV. Cependant, cet ordre est relatif à des énoncés courts. En effet, si le sujet doit être spécifié et/ou si l'objet du verbe est relativement long, l'ordre devient : SVO, principalement pour les verbes sont liés à la pensée : rêver, penser, croire, oublier, etc.

Verbes variables

Les verbes variables subissent les influences des pronoms anaphoriques des actants, pronoms indispensables à leur réalisation. Nous avons vu que les flexions – manuelles – des verbes se réalisent à partir de deux types de supports : le locus et la proforme. Un verbe ne peut subir que l'influence d'une seule proforme et de deux loci par main. Nous n'avons pas approfondi le cas des verbes qui pourraient voir une proforme différente s'appliquer sur chacune des mains, mais si ces constructions existent, elles relèvent soit d'un verbe complexe, soit de la coarticulation de deux éléments d'énoncés coexistant sur la même ligne de temps.

⁶⁸ Si, dans le cas d'un transfert personnel, on met de côté la modification globale qu'il entraîne.

Comme verbe complexe, nous pensons à SE-RENCONTRER (45) et (46), p. 93, où les mains peuvent porter des proformes différentes parce que les entités représentées nécessitent des proformes différentes. Pour la coexistence temporelle, le même verbe illustre le propos puisque les deux entités convergent ensemble vers un point commun de l'espace. D'autres constructions font appel à la possibilité d'utiliser les deux mains dans des constructions complexes comme l'expression du gérondif que nous aborderons section 0, p. 101. Enfin, l'utilisation de plusieurs proformes pour une seule main au cours de la réalisation du verbe participe d'une construction complexe réalisée à partir de plusieurs verbes initiaux.

Par exemple APERCEVOIR est en fait la concaténation de VOIR et ATTRAPER. Cependant, comme cette concaténation renvoie désormais à un sens précis et à une entrée lexicale précise, nous appréhendons le phénomène de la variation comme interne à la constitution du signe racine. Ainsi, si sa configuration se modifie pendant sa réalisation, c'est toujours de la même manière.



Signe 22 : APERCEVOIR

Notons que si la configuration finale d'ATTRAPER peut varier en fonction de l'objet, il n'est pas sûr que ce soit le cas d'APERCEVOIR dans la mesure où l'objet aperçu n'est pas « attrapé » par une main mais par l'œil dont la forme ne varie pas en fonction de ce qu'il regarde. Il peut cependant varier en locus (de l'objet aperçu) puisque la direction du regard est, elle, mobile.

De la même manière lorsqu'il y a plus de deux loci au cours d'une réalisation, nous pensons qu'il s'agit de la répétition d'un même verbe avec fusion du préfixe de l'occurrence $n+1$ et du suffixe de l'occurrence n , par exemple pour les verbes de déplacement : d'un lieu à un autre, puis à un autre...

Tous ces éléments devront être clarifiés en observant les verbes pour établir une typologie pertinente.

Typologie

Nous proposons une typologie des verbes de la LSF qui peut être déduite des possibilités de variation décrites ci-dessus. Cette typologie s'inspire de celle proposée par Parisot (2003 : 109) pour les verbes de la LSQ tout en s'en distinguant. L'auteure explique que les verbes variables sont affectés dans leur forme du point de vue de leurs lieux d'ancrage dans l'espace défini par les contraintes de la grammaire spatiale. Les verbes invariables sont qualifiés de neutres. Parisot oppose les verbes phonologiquement rigides aux verbes phonologiquement souples. A sa suite, nous garderons cette opposition mais en requalifiant « souple » et « rigide » par « variable » et « invariable ».

Verbes invariables

Les verbes invariables sont donc les verbes dont les paramètres de lieux de réalisation et de configuration sont fixes.

(32) TU PENSER *Tu penses*

Verbes variables

Nous allons observer, sous cette dénomination, les verbes et les variations de plus en plus complexes qu'ils peuvent subir, en partant des loci puis des proformes vers des constructions plus complexes. *A priori*, il n'y a pas vraiment de hiérarchie à proposer, sinon cette complexification croissante.

Certains verbes admettent des variations des paramètres de lieux de réalisation de début et/ou de fin de signe. Ces paramètres ainsi modifiés sont des loci. La variation peut s'effectuer sur un seul locus (en début, en fin ou du début jusqu'à la fin) de la réalisation du signe. Par exemple, si l'on prend ARROSER, il est possible d'arroser dans l'absolu. Dans ce cas le verbe se réalise dans l'espace de signation neutre. Cependant, s'il s'agit d'arroser une plante, il n'est pas concevable – visuellement – de poser PLANTE dans l'espace de signation et d'arroser ailleurs que sur la plante, à moins de vouloir exprimer explicitement le fait d'arroser à côté de la plante. Il est donc nécessaire de retenir le locus de réalisation de PLANTE pour réaliser ARROSER correctement :

(33) PLANTE[Loc_C] [Loc_C]-ARROSER *J'arrose une plante*

La variation peut également s'effectuer sur deux loci au début et à la fin de la réalisation du signe. De manière très logique, le lieu de début correspond à la source de l'action et la fin correspond à la cible. Ces éléments sont géographiques dans le cas d'un déplacement (35), (41) et ils sont respectivement de type sujet et oblique dans le cas d'une transmission (30), (34), (40) :

- (34) JUGE[loc_B] AVOCAT[loc_A] [loc_A]-DIRE-[loc_B]
L'avocat dit au juge
- (35) MONTRÉAL[loc_B] MARSEILLE[loc_A] [loc_A]-AVION-[loc_A]
Je vais de Marseille à Montréal en avion

Certains verbes admettent des variations en proforme, la proforme étant dictée par un sujet :

- (36) VOITURE{mph⁶⁹} AVANCER(mph) *La voiture avance*
- (37) HOMME{d} SE-DÉPLACER(d) *L'homme se déplace*
- (38) HOMME{L} MARCHER(L-L) *L'homme marche*

Ce dernier verbe – MARCHER – demande la participation des deux mains, mais nous restons dans le cadre d'une seule proforme dans la mesure où les mains agissent symétriquement.

La proforme peut être dictée par l'objet direct :

- (39) PIÈCE-DE-MONNAIE{pince} SAISIR(pince) *Je saisis la pièce de monnaie*

D'une façon générale, les verbes de préhension ont besoin de connaître le locus de leur réalisation mais aussi la forme de ce qui est manipulé.

La variation peut également être en loci et en proforme. Les cas les plus complexes sont ceux de DONNER et DÉPLACER qui peuvent à la fois modifier leur proforme et leurs lieux de réalisation de début et de fin.

- (40) TOM[loc_B] ZOE[loc_A] LIVRE{bco⁷⁰} [loc_A]-DONNER(bco)-[loc_B]
Zoe donne un livre à Tom
- (41) CUISINE[loc_B] GARAGE[loc_A] CAISSE{o-o⁷¹} [loc_A]-DÉPLACER(o-o)-[loc_B]
Je déplace la caisse du garage à la cuisine

⁶⁹ « mph » signifie « main plate horizontale ».

⁷⁰ « bc » signifie « bec de canard » ; « bco » signifie « bec de canard ouvert ».

Certains verbes pourraient nous mettre dans la confusion. Par exemple, SUIVRE (42) ou SE-RENCONTRER (43) sont apparemment de même type que MARCHER (38) puisque les deux mains supportent *a priori* la même proforme.

(42) HOMME{ 1⁷² } DEUX SUIVRE(1-1) *Deux hommes se suivent*

(43) HOMME{ d⁷³ } DEUX SE-RENCONTRER(d-d) *Deux hommes se rencontrent*

Cependant, chacune renvoie à une entité différente. Dans le cas de « se rencontrer », tel que présenté en (42), les proformes sont identiques parce que les entités le sont. S'il s'agit de deux entités différentes, une voiture et une moto (44), (45) ou s'il s'agit de deux personnes qui en rencontrent une seule (46), alors les mains porteront des proformes différenciées. Nous décrivons ces verbes comme étant bi-manuels et dont la variation autorise que chaque main supporte une proforme différente.

(44) MOTO{ mpv⁷⁴ } VOITURE{ mph⁷⁵ } SUIVRE(mph-mpv)

La moto suit la voiture

(45) MOTO{ mpv } VOITURE{ mph } SE-RENCONTRER(mph-mpv)

La moto et la voiture se rencontrent

(46) HOMME{ d } FILLE{ 2 } SE-RENCONTRER(D-2)

Un homme rencontre deux filles

Si l'on considère la racine verbale « SE-RENCONTRER » comme étant constituée de la trajectoire seulement, on a affaire à un unique verbe. La différence de sens que l'on exprime dans la traduction en français tient simplement au mécanisme de renvoi des références portées par les proformes vers des objets semblables ou non. Cependant, que les objets soient semblables ou non, il s'agit bien de deux entités indépendantes qui se rencontrent.

Pour aller plus loin, il est difficile de « trouver des verbes » avec un équivalent en français qui mettent en œuvre trois ou quatre loci et éventuellement ajoutés de proformes différenciées pour chaque main. Pourtant, de par les mécanismes d'iconicité que l'on retrouve dans la manière de raconter un événement, l'utilisation d'autant de paramètres en simultané autour d'un seul verbe est théoriquement possible. La traduction en français demandera alors plusieurs verbes.

⁷¹ « oo » signifie les deux mains en « o », comme on tient une caisse par les poignées.

⁷² « 1 » signifie que la main est en forme de « 1 ».

⁷³ « d » signifie que la main est en forme de « d ».

⁷⁴ « mpv » signifie « main plate verticale ».

⁷⁵ « mph » signifie « main plate horizontale ».

Cela ne doit pas nous empêcher de synthétiser les éléments sus-décrits au sein d'une typologie. Nous partons donc de la proposition de Parisot (2003) pour la LSQ tout en nous affranchissant de son approche « phonologique » pour proposer un modèle résolument morphologique.

Par ailleurs, Parisot considère (2003 : 111) que « le fait que les verbes spatiaux incorporent un classificateur apparaît comme une caractéristique lexicale ». Étant donnés les mécanismes que nous avons mis en évidence, nous ne pouvons considérer la variation en proforme comme étant lexicale. Nous souhaitons introduire cette dernière dans notre typologie :

a) Verbes invariables en proforme :

- Verbes invariables spatialement (invariables)
- Verbes semi-variables spatialement (variables sur un seul locus)
- Verbes variables spatialement (variables sur deux loci)

b) Verbes variables en proforme :

- Verbes invariables spatialement (variables en proforme uniquement)
- Verbes semi-rigides spatialement (variables en proforme et sur un seul locus)
- Verbes variables spatialement (variables en proforme et sur deux loci)

**Notre description de la relation entre le nom et le verbe : Accord et
modèle de flexion**

Utilisation des proformes

Pour les verbes, il est possible d'utiliser la même représentation que pour les noms à un détail près. Alors que les accolades délimitaient un ensemble de possibles pour représenter le lemme dont le signe reste indépendant, les parenthèses délimitent ici l'ensemble des formes sans lesquelles le verbe ne peut se construire. Dans ce cas, les proformes ne sont pas autonomes puisqu'elles sont indissociables du verbe.

(47) SE-DÉPLACER(Liste Proformes)

où *Liste Proformes* est l'ensemble des configurations admises : {b, d, u, n, 1, 4, ...}

Lorsque le verbe combine plusieurs paramètres, la représentation se complète en rajoutant les listes. Chaque élément de chaque liste peut être combiné à chaque élément des autres listes :

(48) [Liste Loci]-DONNER(Liste Proformes)-[Liste Loci]

où *Liste Loci* est l'ensemble des loci admis : {je, tu, il, li, loc_A, loc_B, loc_C}

et *Liste Proformes* est l'ensemble des configurations admises : {o, bco⁷⁶, boo⁷⁷, pince, ...}

Le Tableau 5 montre deux schémas illustrant la constitution de base du verbe en LSF. La Figure 15 propose un schéma de la représentation paramétrique où les paramètres de base sont un mouvement (une trajectoire), des lieux de départ et d'arrivée et une configuration. La dimension morphologique est introduite par les étiquettes en italique. Le même schéma, mais sous une approche morphosyntaxique est présenté par la Figure 16 : le mouvement est devenu « racine », les lieux sont devenus des loci et la configuration une proforme.

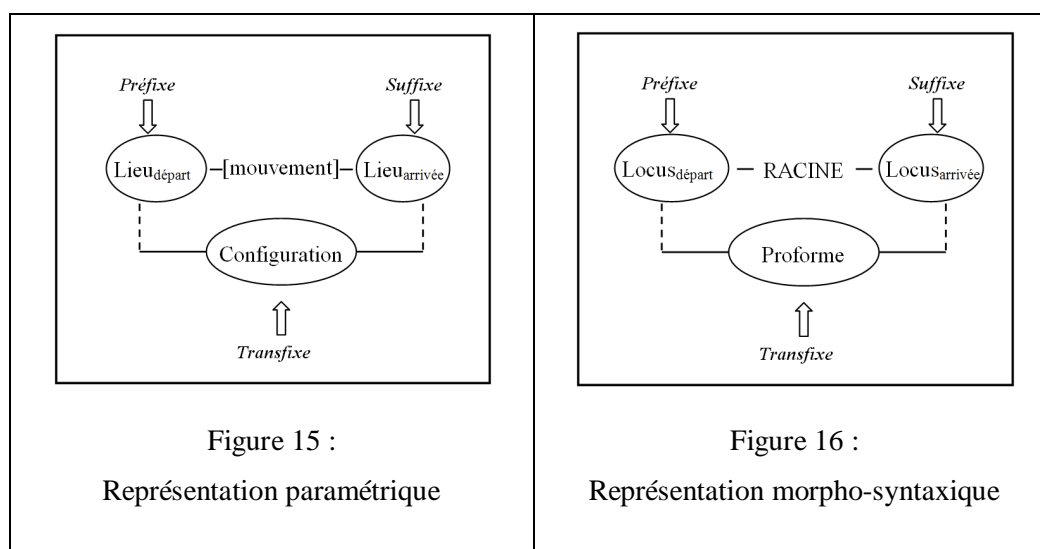


Tableau 5 : Représentation de bas niveau du verbe en LSF

Ainsi, à travers notre exemple (48) : le modèle synthétique de DONNER contient au centre le radical (le lemme). La première liste, préfixée, est celle des loci de départ du verbe, la dernière, suffixée, celle des loci d'arrivée et la troisième, superposée, celle des proformes sur lesquelles peut se construire le verbe. Les formes fléchies pourront s'écrire comme le montre l'exemple (49) :

(49) [je]-DONNER(c)-[tu]

Je te donne (un objet cylindrique)

⁷⁶ bco = configuration en bec de canard ouvert.

⁷⁷ boo = configuration en bec d'oiseau ouvert.

où « DONNER » est le radical, « [je]- » est le locus à partir duquel le mouvement commence, « -[tu] » est le locus vers lequel le mouvement finit et « (c) » est la proforme qui fait référence à l'objet donné. Pour produire une phrase complète, il suffit d'antéposer l'objet de la transaction :

(50) VERRE{c} [je]-DONNER(c)-[tu] *Je te donne un verre*

Rappelons que dans nos conventions de notation, VERRE{c} ne signifie pas que « c » est réalisé. Seul VERRE l'est. {c} indique que c'est cette proforme qui sera utilisée pour construire le verbe et qu'elle appartient à un ensemble de proformes susceptibles de représenter le nom (51) :

(51) VERRE{c, pince, 3, boo, ...}

L'accord entre le nom et le verbe devient ici une évidence. En effet, d'un côté, nous avons le verbe avec l'ensemble des possibilités qu'il admet (48) et de l'autre nous avons le nom avec l'ensemble des proformes qu'il propose. L'unification syntaxique des deux donne la transcription linéaire proposée par l'exemple (50). Cette transcription linéaire peut être schématisée comme le montre la Figure 17.

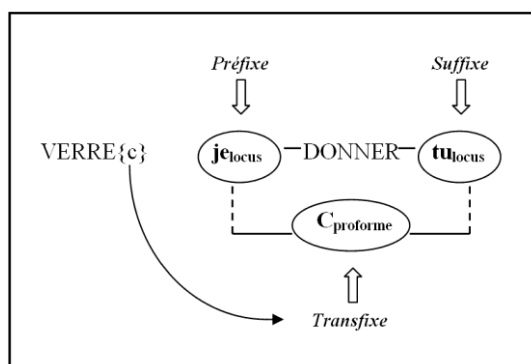


Figure 17 : Accord entre le verbe et le nom

Notons que les listes proposées en (48) et (51) ne sont pas exhaustives. Elles mettent simplement en lumière la potentialité d'avoir plusieurs possibilités de marqueurs d'accord pour une même relation syntaxique : celle que nous avons donnée dans l'exemple (50), en « c » mais aussi celles en « pince », « boo », 3, et.. Devant ce choix, plusieurs solutions sont à envisagées. L'une d'entre elles est de laisser le système choisir. La formule n'est pas très élégante, d'autant que deux autres solutions peuvent être mises en place pour éviter un tel écueil. La première consiste à pondérer les éléments des listes en fonction des choix que l'on voudra voir opérer suivant les différentes combinaisons entre verbes et noms. La seconde,

complémentaire, consiste à réduire la liste en fonction d'attributs sémantiques du lexique. Par exemple pour le cas du verre, dans l'absolu, il peut être déplacé ou donné en utilisant chacun des éléments de la liste proposée : {c, pince, 3, boo, ...}. Cependant, le choix effectif se fera en fonction du type de verre :

- VERRE{c}
- VERRE-A-PIED{pince}
- VERRE-A-BALON{3}
- VERRE-A-LIQUEUR{boo}
- etc.

Les différents types de loci

Pour notre implémentation, nous avons utilisé trois types de loci qu'il convient de distinguer. Les deux premiers sont utilisables de la construction des verbes que nous avons présentés jusqu'ici et qui fonctionnent comme DONNER, DIRE ou SE-DÉPLACER :

- les loci contextuels qui permettent de positionner les objets du discours dans l'espace (pointage de référence, construction du contexte discursif). Dans cette première phase d'implémentation de notre modèle, nous en avons distingué trois : typiquement loc_A et loc_B qui s'opposent l'un l'autre en étant positionnés de droite et de gauche du locuteur, et loc_C positionné au centre lorsqu'il s'agit d'opposer aux deux premiers un troisième référent ou lorsque une construction syntaxique simple nécessite l'instanciation d'un actant dans l'espace discursif.

Il sera intéressant par la suite de pouvoir mettre au point un module de gestion des loci, en fonction des éléments déjà connus du discours et non uniquement sur les principes simples évoqués au paragraphe précédent.

- Les loci conventionnels qui correspondent aux pronoms personnels des langues vocales (de manière simplifiée : « je » = l'espace du locuteur ou l'espace dans lequel il se situe lorsqu'il rapporte un discours ; « tu » = l'espace en face du locuteur ; « il » = un des espaces latéraux). Mais, si le français oppose deux pronoms de la troisième personne en fonction du genre – il vs elle – la LSF peut en opposer davantage en fonction du nombre d'espaces référentiels activés. Pour notre modèle, nous en avons seulement considéré deux : « il » qui s'exprime du côté de la main dominante et « li » qui s'exprime du côté de la main dominée.

Le troisième type de loci qui mérite d'être distingué est la proforme à valeur de locus. Par exemple pour « monter dans une voiture », VOITURE que l'on aura signé préalablement, sera repris par une proforme en « C », ongle du pouce vers le bas, et le verbe MONTER se réalisera avec comme point d'arrivée l'intérieur du « C » sur l'intérieur du pouce et comme transfixe celui qu'il admet pour les humains, soit « n ».

(52) VOITURE{C} C [loc_{à côté du C}]-MONTER(n)-[loc_{IntérieurDuPouceDeC}]

Ici la proforme « C », posée dans l'espace de signation, éventuellement sur un locus précis (en fonction du discours contextuel), est orientée pouce en dessous. Elle prend une valeur de pronom locatif signifiant « dedans ». Ce pronom est signé avant le verbe et correspond alors à un pronom anaphorique de VOITURE. Ensuite, il est maintenu pendant la réalisation du verbe. Cependant, il ne correspond pas à un transfixe parce qu'il fonctionne à l'inverse : le transfixe s'agglutine sur une racine verbale alors que ce nouvel objet est un support (ou un cadre) au sein duquel vient se réaliser le verbe. De plus, par rapport au transfixe qui est signé par la main dominante, cet objet est signé par la main dominée.

Pour être plus juste, l'exemple (52) pourrait être écrit de la manière suivante :

(53) VOITURE{C} C $\left[\text{[loc}_{\text{à côté du C}}\text{]-MONTER(n)-[loc}_{\text{IntérieurDuPouceDeC}}\text{]} \right]$

Par ailleurs, nous pourrions entamer une discussion sur la fonction syntaxique de cette forme maintenue, à la manière d'un gérondif (par la main support, dominée) mais dont l'instanciation dans le discours a un effet direct sur la construction verbale : son lieu d'arrivée (ou de départ pour DESCENDRE).

Voici deux pistes pour l'appellation de cet objet :

- « subverbe », si l'on considère que le verbe vient se construire sur cet objet
- « verbifère » (qui porte le verbe).

De ces deux propositions, « subverbe » est celle qui pourrait le mieux s'introduire à côté d'autres termes, en particulier celui d'adverbe. Faut-il en rester à ce nouveau substantif indépendant ou préférer la locution « pronom subverbial » pour garder la dimension pronominale de l'objet ?

D'un autre côté, sémantiquement, « verbifère » est plus descriptif du phénomène.

Ordre des actants autour du verbe variable

Étant donné que les variations sont construites à partir des loci ou des proformes renvoyant aux actants du verbe, les actants sont généralement réalisés avant le verbe dans l'ordre canonique suivant : les actants n'ayant pas d'influence ; les actants qui seront repris par des loci ; ceux qui seront repris par des proformes (Figure 18).

Tous les actants présents dans le schéma ne sont pas présents pour tous les verbes, notamment ceux qui ne sont pas liés à la construction verbale. Certains verbes admettront une seule main, certains les deux. Si les deux mains agissent, il est possible que des loci se confondent :

- ceux du départ : deux personnes se séparent
- ceux de l'arrivée : deux personnes se rejoignent
- un de départ avec un d'arrivée : une personne remplace une autre.

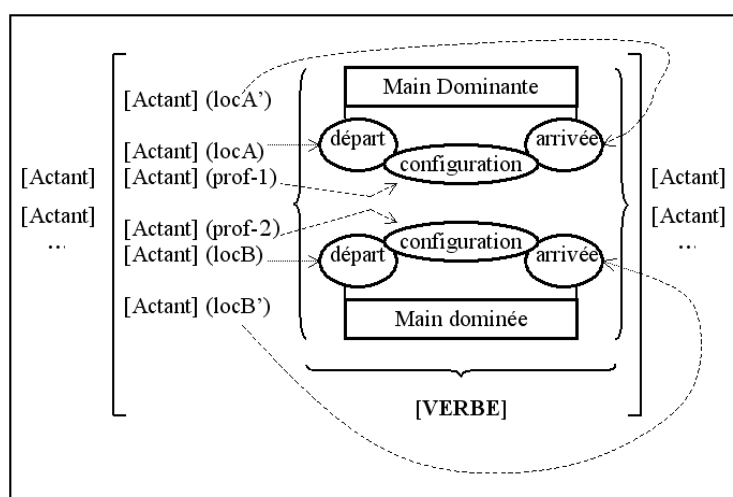


Figure 18 : Relation entre le verbe et les actants

Par ailleurs, il s'agit là de l'ordre pour une construction neutre, c'est-à-dire sans effet d'emphase par exemple. En effet il est tout à fait possible, à des fins stylistiques, de procéder à des inversions de telle sorte que les pronoms passent du statut d'anaphorique à celui de cataphorique. Dans un cas comme dans l'autre, l'influence sur le verbe reste la même. Cependant, dans le cadre de notre modélisation, notamment pour la phase de génération, nous en resterons au modèle canonique de l'anaphore.

Enfin, le schéma de la Figure 18 lie d'une part l'ensemble {locA, locA', prof-1} à la main dominante et l'ensemble {locB, locB', prof-2} à la main dominée et d'autre part les locA et locB au départ et les locA' et locB' à l'arrivée, mais il ne faut voir là aucun lien de hiérarchie,

ni entre (A et B) ou (1 et 2), ni entre (A et A') ou (B et B'). De plus, comme nous l'avons déjà évoqué, il se peut que les proformes soient identiques pour les deux mains ou que deux loci soient identiques : les deux de départ, les deux d'arrivée, celui du départ et d'arrivée pour une ou les deux mains ou celui d'arrivée d'une main avec celui de départ de l'autre main.

Plus précisément, notons que le schéma, dans un souci de clarté par rapport aux flèches, ne montre pas de hiérarchie entre les actants liés. Nous pouvons cependant observer quelques règles. Dans le cas le plus complexe, c'est-à-dire lorsque les six actants liés sont présents ils observent l'ordre suivant :

- si les loci sont liés à des actants, c'est qu'il s'agit de lieux nommés. Dans ce cas :
 - ils sont posés en premier
 - ensuite les actants liés à des proformes sont exprimés
 - puis au moment de la réalisation du verbe, les proformes – qui rappellent les actants – sont posées sur les loci de départ
 - enfin, le verbe se réalise et les proformes (transfixes) se déplacent vers les loci d'arrivée.
 - Dans ce cas, il n'est donc pas nécessaire de lier les actants en proforme avec ceux en loci puisque la liaison apparaît de fait avec la réalisation du verbe.
- S'il n'y a pas de lieux nommés, il n'y a pas d'actants sémantiquement liés à un locus. Cependant, pour que le verbe se réalise sans ambiguïté il est parfois nécessaire de lier l'actant à un locus syntaxique (même neutre) par le biais d'un pointage.

Étendue particulière du champ des actants de la LSF

La relation de certains verbes avec les lieux vient bouleverser la représentation et la définition communément partagées des actants du moins pour le français qui a du mal à s'affranchir d'un sujet. En effet, si dans certains énoncés, les lieux peuvent être appréhendés comme le sont nos traditionnels « compléments circonstanciels de lieux », ils peuvent aussi prendre la place d'authentiques actants pour les verbes dont la construction morphologique est dépendante. L'idée de considérer le lieu comme un actant vient de son incorporation dans les mécanismes d'accord verbal, ces mécanismes étant strictement identiques à ceux liant les actants traditionnels aux verbes. Les exemples (54) et (55) mettent en évidence la similitude

de la construction morphologique du verbe, que l'accord en loci renvoie à des personnes (54) ou à des lieux (55).

(54) AVOCAT[loc_B] JUGE[loc_A] [loc_A]-DIRE-[loc_B] *Le juge dit à l'avocat*

(55) SALON[loc_B] CUISINE[loc_A] [loc_A]-ALLER-[loc_B]

Je vais de la cuisine au salon

Productions parallèles

Le propos de cette courte section est d'aborder la singularité des langues signées de pouvoir produire simultanément deux signaux porteurs de sens différents. Les fonctionnalités syntaxiques qui en découlent n'ont absolument pas été abordées du point de vue de la formalisation informatique mais elles doivent être envisagées comme faisant partie des toutes prochaines étapes de développement.

Constructions verbales bi-manuelles

La possibilité de produire plusieurs signaux en même temps repose sur le fait que, contrairement aux articulateurs des langues vocales qui produisent un seul son porteur de sens à la fois, ceux des langues signées peuvent produire plusieurs images porteuses de sens en simultané.

Nous avons déjà vu que les deux mains peuvent porter des morphèmes différents simultanément :

- Pour les verbes comme SE-RENCONTRER, SE-SUIVRE où les mains renvoient chacune à un actant différent (exemple (42) à (46), p. 93) et pour lesquels nous avons renseigné la présence de 2 transfixes.
- Pour les verbes comme MONTER(dans) qui ont nécessité la création d'un nouveau terme, le subverbe – ou pronom subverbial – qui est un pronom produit par une main pendant que l'autre main réalise le verbe.

Gérondif

L'utilisation différenciée des deux mains en même temps permet également de produire du gérondif par le maintien d'une posture de la main dans un espace donné. La posture maintenue signifie que le fait préalablement énoncé est en train de se dérouler pendant que le fait en cours d'énonciation se déroule lui-même.

Ce maintien peut être segmenté dans le cas où l'énoncé parallèle nécessite les deux mains. La reprise de la posture abandonnée par la main réquisitionnée permet de reconstruire la continuité sémantique que l'on aurait eue avec un maintien non segmenté.

Le maintien de la posture de la main peut être étendu – ou remplacé – par le maintien d'une posture ou d'un mouvement du corps (porteur de sens) pendant que les mains produisent l'énoncé parallèle.

Enfin, le regard ou la tête peuvent également être utilisés, indépendamment des mains, pour signifier des éléments parallèlement à ce que le reste du corps produit. À ce moment là le mécanisme est inverse : c'est ce que pointe la tête ou le regard qui survient pendant que le fait de l'énoncé en cours de production se déroule.

Copule(s) du français et regard de la LSF

Sous le terme de [copule](#), nous regroupons volontiers les trois auxiliaires du français : *être* et *avoir* pour le présent et *aller* pour le futur. Cette description est évidemment très réductrice, mais ce qui nous intéresse ici n'est pas de comprendre à quoi servent copules et/ou auxiliaires en français, sinon que le français trouve là le moyen d'organiser un nombre conséquent de ses énoncés autour d'un verbe. C'est ce qui permet à « malade » de conserver sa nature d'adjectif dans la proposition « je suis malade ». Une autre approche est de considérer que l'utilisation de la copule en français permet de créer un groupe verbal à partir d'un adjectif n'ayant pas généré de verbe désadjectival : *malader, *amaladir.

En LSF, il n'y a pas de copule manuelle, en tant que signe lexicalisé manuel. Par contre, on pourrait considérer que le regard, qui active la forme verbale d'un substantif, joue exactement le même rôle que la copule en français et par ce biais active la forme verbale d'un adjectif :

- En français, « malade » a pour forme verbale « être malade »
- En LSF, MALADE a pour forme verbale MALADE(regard→ETRE).

Modificateurs

Traitement des modificateurs

En LSF, on distingue plusieurs façons de modifier un objet (substantif ou verbe) par l'utilisation de signes lexicaux ou de morphèmes liés.

Modificateur lexical

Dans le premier cas, la modification prend la forme de deux signes distincts juxtaposés avec ou sans marque d'accord particulière. C'est le cas dans la mise en jeu de certains modificateurs qui n'ont pas de forme flexionnelle et sont exclusivement lexicaux. Il en est ainsi des adjectifs de couleur. En prime, la particularité de ceux-ci est qu'ils n'ont ni forme, ni volume. Ce sont des signes qui, pour certains, s'appuient sur la dactylogologie, en l'occurrence sur la première lettre du terme en français pour se construire. Attention, c'est au niveau paramétrique de la construction du signe de la couleur qu'il y a amalgame. Il reste totalement indépendant du nom :

- V pour [violet]
- R pour [rose]
- N pour [noir]
- J pour [jaune]
- B pour [bleu]
- V pour [vert].

Cependant, les types de mouvements, leur direction et l'orientation de la paume associés à la lettre pour créer le signe semblent totalement arbitraires.

Remarquons quelques exceptions à la création du signe grâce à la dactylogologie avec :

- ORANGE dont le signe s'appuie sur le fruit pour se réaliser
- ROUGE qui montre le rouge de la lèvre.

Il existe d'autres modificateurs exclusivement lexicaux en dehors des couleurs :

(56) BEAU, GENTIL, INTELLIGENT, etc.

Exemple d'usage :

(57) FEMME{d} BEAU PASSER(d) *Une belle femme passe*

Ainsi dans cet exemple, la qualification est-elle simplement marquée par la succession des deux signes : le substantif et son qualificatif. Dans ce cas, le qualificatif est pour nous modificateur lexical.

Modificateur flottant

Lorsqu'ils ne sont pas lexicaux, nous qualifions les modificateurs de flottants. Il s'agit de modificateurs affectant la forme, le poids, le volume, la taille des objets référents pour les substantifs ou affectant la modalité ou l'intensité pour les verbes ou pour les autres modificateurs :

(58) BEAUCOUP, TRÈS, LOURD, PETIT, etc.

Pour en commencer l'approche nous ne distinguons pas structurellement les flottants qui seraient adjectifs des flottants qui seraient adverbes. Nous en discuterons au cours de la description de leurs fonctionnements, notamment le fonctionnement syntaxique, et verrons s'il y a lieu de les opposer. Avant de rentrer dans le détail, notons qu'ils ont tous une forme lexicale correspondante. Les deux formes peuvent en théorie être réalisées indifféremment : l'énoncé en restera compréhensible mais en pratique les informateurs sourds indiquent qu'ils n'utilisent que rarement la forme lexicale lorsque la forme flottante existe. La forme lexicale vient désambiguïser ou appuyer le discours. Elle s'utilise selon les règles de grammaire, de manière habituelle :

(59) TABLEAU{L} GRAND(mpv-mpv) *Un grand tableau*

où GRAND et TABLEAU sont signés de manière indépendante et GRAND utilise des proformes neutres (mpv-mpv) sur une trajectoire d'écartement des deux mains (tournées l'une vers l'autre) accompagné de l'expression faciale typique de GRAND.

Certains cas ne peuvent s'affranchir de l'accord. Par exemple pour « grand homme », GRAND se réalisera obligatoirement avec une seule main, plate, paume vers le bas, remontant sur la ligne verticale sur le côté du locuteur. L'inscription du geste dans le plan vertical est incontournable pour tous les « objets » (dont l'Homme) sur pied(s). Par ailleurs, la notion de GRAND est très relative à une moyenne conventionnelle du type d'objet qualifié. Par exemple, s'il s'agit d'un homme, la grandeur sera relative à la taille du locuteur. S'il s'agit d'un grand clou, celui-ci sera qualifié en fonction d'une taille standard du clou conventionnellement et inconsciemment partagée par les locuteurs. La notion de standard étant exprimée par le fait que le clou puisse tenir entre le pouce et l'index dessinant un « C ». Dans ce cas GRAND sera réalisé en écartant la distance entre le pouce et l'index (ex. (62)), accompagné de l'expression faciale adéquate. Et s'il est vraiment très grand, ce sera la distance entre les deux index (paumes tournées l'une vers l'autre (60)), et non entre les deux

maines plates (tournées l'une vers l'autre), qui donnera l'indication de GRANDEUR. Les deux index seront utilisés pour qualifier la grandeur d'objets fins et les mains plates seront utilisées pour des objets plus épais. Il en est de même pour l'opposition petit/gros et généralement pour toutes les qualifications de taille et de volume. Le cas de GRAND demeure très particulier parce que si l'écartement des articulateurs (deux doigts, deux mains) que le locuteur peut réaliser correspond à la taille réelle de l'objet, le locuteur aura tendance à montrer cette taille de telle sorte que ce GRAND deviendrait davantage un COMME-ÇA. Les mains signifieraient alors davantage la notion de « comme ça ». C'est une fois encore l'expression du visage qui porterait la signification de « grand ». Ce qui constitue la racine pour GRAND est donc l'expression du visage. Le reste relève de l'accord et/ou de la modalité prosodique. On peut donc proposer de noter ce que nous venons de décrire de la manière suivante :

- | | | | |
|------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| (60) | TABLEAU{L} | GRAND(L-L) ⁷⁸ | <i>Un grand tableau</i> |
| (61) | HOMME{mph} ⁷⁹ | GRAND(mph) | <i>Un grand homme</i> |
| (62) | CLOU{c} | GRAND(c) | <i>Un grand clou</i> |
| (63) | CLOU{d} | GRAND(d-d) | <i>Un très grand clou</i> |

Nous avons abordé ici le cas du modificateur flottant « GRAND ». Pour résumer, sa relation avec l'objet qu'il modifie est contrainte de telle sorte qu'il doit être réalisé selon des paramètres précis sur une expression du visage signifiant la grandeur (Figure 19)⁸⁰. La configuration prend alors une valeur morphologique et devient une proforme. Le modificateur flottant s'accorde donc en proforme, en orientation de la trajectoire et en nombre de mains avec le nom dont il dépend :

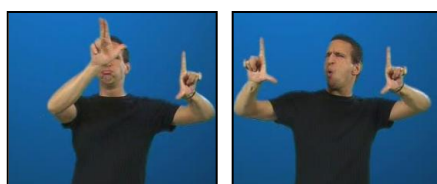


Figure 19 : Un grand tableau (peinture)

Ces deux cas de figure ne posent pas de difficulté particulière dans le sens où ils n'affectent qu'un seul élément à la fois. Nous pouvons proposer une flexion en proforme pour les modificateurs adjectivaux de la même façon que nous l'avons fait pour les actants et compléments verbaux.

⁷⁸Le tiret entre les deux « L » signifie que la configuration en L est réalisée par les deux mains.

⁷⁹« mph » signifie « main plate horizontale ».

⁸⁰(www.websourd.org, 2007).

Dans les troisième et quatrième cas, le modificateur prend la forme d'un ensemble de traits⁸¹ tous non manuels. Il se comporte alors comme un morphème lié qui s'amalgame à un signe racine pour ne former qu'un seul signe complexe. La Figure 20⁸⁰ illustre ce phénomène : dans l'exemple « un homme marche péniblement », les traits de PÉNIBLEMENT⁸² viennent se superposer à l'ensemble du signe MARCHER⁸³.

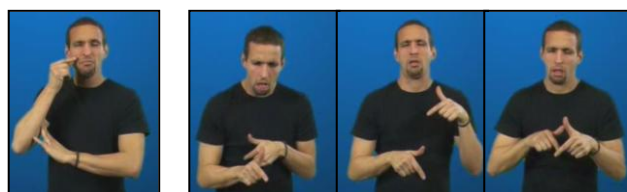


Figure 20 : Un homme marche péniblement

Sur ce troisième cas, la relation de dépendance reste simple dans la mesure où le modificateur n'affecte qu'un seul signe. Dans notre exemple il s'agit de MARCHER.

Le quatrième cas, le plus complexe, survient quand le modificateur contamine une partie ou l'ensemble des signes du groupe syntaxique auquel il appartient.

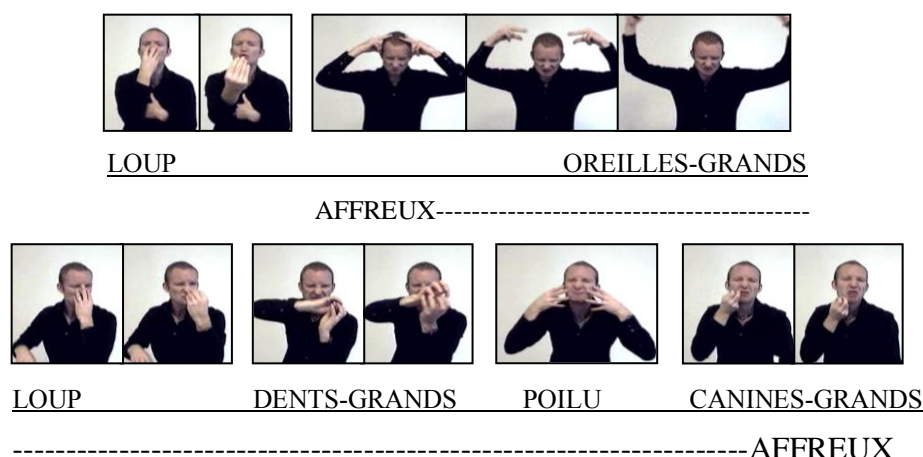


Figure 21 : Le loup, affreux, avec ses grandes oreilles, (...) ses grandes dents, poilu et ses grandes canines

Dans l'exemple illustré Figure 21⁸⁰, le modificateur AFFREUX se superpose aux autres modificateurs de l'énoncé, sauf pour la première occurrence de LOUP réalisée avec le signe standard simple pour poser le thème. Ensuite, AFFREUX n'est pas énoncé en tant que signe autonome mais est utilisé dans sa forme amalgamée à un autre signe. C'est toute l'expression rhématique qui est concernée : l'expression faciale et la tête rentrée dans les épaules sont

⁸¹ Modification(s) de l'attitude corporelle, du rythme, de l'expression faciale, de l'amplitude, de la répétition.

⁸² Abaissement des épaules, ralentissement du rythme, augmentation de l'amplitude, expression faciale signifiant « péniblement ».

⁸³ MARCHER étant lui-même fléchi en la proforme L-L relative à l'homme.

maintenues pendant que sont signés les autres qualificatifs du loup à savoir OREILLES-GRANDS, POILU, etc.

Nous proposons de rendre compte de ces deux derniers types de modificateurs par un mécanisme de composition. PÉNIBLEMENT est associé à une entrée lexicale de morphème dépendant rentrant en composition avec une racine verbale. Le résultat de la composition donne un signe complexe MARCHER○PÉNIBLEMENT. De même, AFFREUX, traité comme un morphème dépendant, sera propagé sur l'ensemble des signes du groupe syntaxique dont LOUP⁸⁴ est la tête par des contraintes grammaticales de propagation pour donner une suite de signes composés : OREILLES-GRANDS○AFFREUX, LOUP○AFFREUX, DENTS-GRANDS○AFFREUX, etc., le signe de tête, LOUP, n'étant pas affecté.

L'approche développée pour les modificateurs pourra également être utilisée pour la gestion des modalités de phrase (l'interrogation, l'ironie, etc.) et pour la gestion des traits de caractère liés à un sujet repris lors de transferts personnels ou plus généralement dans la gestion des signeurs virtuels, pour la personnalité que l'on souhaite faire émerger (Heloir & Kervajan, 2007).

Modificateurs et syntaxe

Pour donner une illustration de l'accord du modificateur flottant dans la phrase, nous schématisons les relations et influences de la manière suivante :

La particularité de la forme flottante est qu'elle s'ancre sur l'objet à modifier – un verbe, un nom, ou un modificateur lexical quand il s'agit de construire la forme lexicalisée du modificateur – de telle sorte que l'environnement syntaxique en est contaminé. Par exemple, un objet lourd sera lourd en soi mais aussi à déplacer. Du point de vue de la réalisation, LOURD est réalisé (affecté du transfixe « o-o ») de la même façon que le verbe. Cette redondance de l'accord sur l'adjectif et sur le verbe n'a rien d'inhabituel, elle est à l'image de la redondance de l'accord en genre et en nombre du français. Mais, ce que nous décrivons comme flottant est la reprise par le verbe des traits de LOURD, que nous avons positionnés comme étant la racine de LOURD(o-o), attendu qu'ils constituent ce qui ne varie pas en fonction du contexte (Figure 22). Ces traits sont repris (ou conservés) et agglutinés au verbe, sur le même modèle que l'agglutination de la proforme, soit en tant que transfixe.

⁸⁴ Il s'agit de la première occurrence de LOUP.

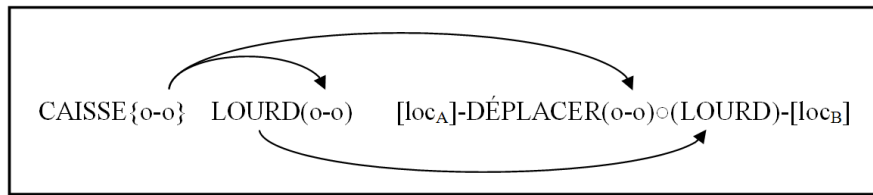


Figure 22 : Propagation de l'accord

Décrit de la sorte, le transfixe « (LOURD) » pourrait être interprété comme l'équivalent de l'adverbe du français « lourdement ». Or si l'on décompose le verbe $[loc_A]\text{-DÉPLACER}(o-o)\circ(\text{LOURD})\text{-}[loc_B]$, on retrouve tous les éléments constitutifs de $\text{LOURD}(o-o)$. En ce sens, il est possible de parler de la reprise de la proforme, « contaminée » des traits de LOURD pour être reprise par le verbe. Il ne s'agit donc pas d'un adverbe qui signifierait « lourdement », mais simplement d'une conséquence des mécanismes d'accord entre le verbe et la proforme, cette proforme signifiant *celle-ci lourde*.

Dans cet optique l'exemple peut être schématisé comme le montre la Figure 23.

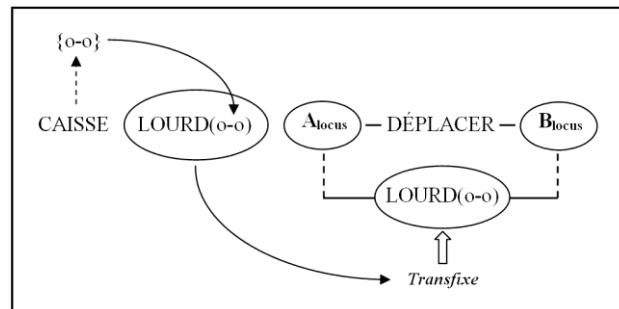


Figure 23 : Contamination du modificateur à travers l'accord verbal

Par extension, le modèle de construction de base du verbe de la LSF peut être davantage éclaté et complété des éléments apportés par les modificateurs. Ainsi, le verbe supporte plusieurs transfixes : la proforme, qui marque l'accord avec l'un des actants, et les traits repris à l'adjectif et/ou les traits repris à l'adverbe. Le modèle peut être schématisé comme le montre la Figure 24.

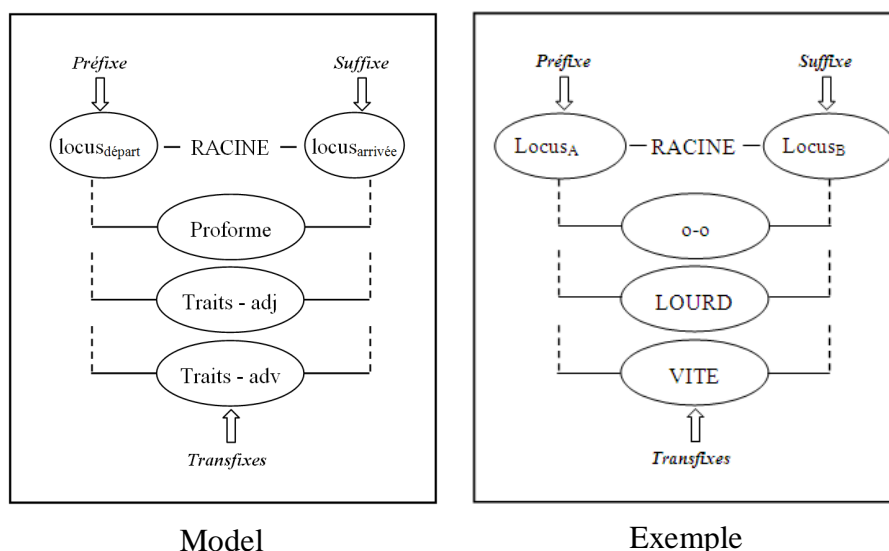


Figure 24 : Agrégation des transfixes

Discussion autour de la racine du modificateur

Dans le chapitre I, nous avons discuté de la possible interprétation de MALADE, comme étant un prédicat. Nous étions parvenu à la conclusion qu’il s’agissait bien d’un adjectif. Nous pouvons poursuivre la discussion autour du modificateur flottant, *a priori* adjectif ou adverbe, mais dont la particularité est de ne pas être indépendant.

L'accord se retrouve dans la gestion de la relation entre le verbe et le nom mais aussi entre le nom et l'adjectif puis entre l'adjectif et le verbe. En ce qui concerne la relation entre le nom et l'adjectif, nous avons commencé par considérer que la proforme permettant la relation avec le nom faisait racine et que les traits de l'adjectif venaient se positionner comme transfixe sur cette racine (64). Sans doute cette approche était-elle influencée par le présupposé que la racine devait être manuelle. De plus, en observant le verbe modifié par la proforme dans le cas d'un accord simple et modifié par la proforme associée à des traits issus de l'adjectif dans le cas d'un accord « contaminé » (Figure 22, p. 108), nous avons la perception que la proforme prévalait sur les traits de l'adjectif, parce qu'elle était déjà présente dans le cas de l'accord simple. Cette perception était renforcée par l'exemple sur lequel nous avons travaillé où la proforme qui est utilisée par le verbe est la même que celle qui est utilisée par l'adjectif. Or nous verrons (71) que ce n'est pas toujours le cas. Donc l'idée que c'est la proforme, modifiée par l'adjectif qui est reprise par le verbe ne tient plus. Les proformes utilisées par l'adjectif et par le verbe sont bien deux unités distinctes, même s'il peut arriver qu'elles soient morphologiquement identiques.

De plus, nous avons réalisé que les éléments manuels pouvaient constituer un affixe et n'étaient pas nécessairement constitutifs de la racine. Ainsi, en observant la proforme de la même manière que pour le verbe, nous avons été conduit à considérer que ce sont les traits de l'adjectif qui constituent la racine de ce dernier. La transcription qui en résulte (65) paraît plus pertinente que la première (64).

(64) CAISSE{o-o} o-o(traits de lourdeur)

(65) CAISSE{o-o} LOURD(o-o)

D'autres éléments nous permettent de rester sur cette deuxième proposition :

- Pour neutraliser l'accord, il est possible d'utiliser une proforme neutre pour signer l'adjectif. Cette proforme est celle que l'on trouve naturellement dans la configuration de l'adjectif lorsque ce dernier n'est syntaxiquement associé à rien et qu'il n'est pas modificateur syntaxique. La forme lexicalisée s'appuie ainsi sur la forme dont la flexion est neutralisée.
- De plus, que l'adjectif soit lexicalisé ou qu'il soit modificateur, il y a constance des traits constitutifs du signifiant de l'adjectif. Par exemple, la lourdeur est signifiée par l'abaissement des mains et des bras ; la grosseur, par l'écartement ; etc. C'est de cette constance qu'émerge le radical.
- Enfin, la forme lexicalisée de l'adjectif semble correspondre à la forme infinitive du verbe. Finalement, verbes et adjectifs sont tous deux des prédicats avec le même mécanisme de construction autour de la variation.

La démonstration peut être étendue à l'adverbe. En effet, lorsqu'il n'est pas lexical, l'agglutination au verbe s'opère de la même manière que l'adjectif avec le nom. Cependant les deux objets ne se construisent pas tout à fait suivant les mêmes mécanismes ce qui justifie de garder l'opposition. En effet, l'adjectif flexionnel, lorsqu'il n'est pas agglutiné au nom va compléter sa racine avec des proformes suscitées par le nom. L'adverbe complètera sa racine sur des configurations qui ne sont pas des proformes.

Enfin, le mécanisme de construction agglutinante sur le verbe est le même lorsqu'un adverbe est mis en jeu ou lorsqu'il s'agit d'une reprise de la modification adjectivale du substantif :

(66) CAISSE{o-o} LOURD(o-o) [loc_A]-DÉPLACER(o-o)○(LOURD)-[loc_B]

Déplacer la lourde caisse

(67) CAISSE{o-o} [loc_A]-DÉPLACER(o-o)○(VITE)-[loc_B]

Déplacer rapidement la caisse

Il est possible d'accumuler les modifications sur le verbe :

(68) CAISSE{o-o} LOURD(o-o) [loc_A]-DEPLACER(o-o)○(LOURD)○(VITE) -[loc_B]

Déplacer rapidement la lourde caisse

Il est délicat, sur ce type de superposition des couches de modification d'identifier clairement le statut de ○(LOURD) dans une forme comme celles données par les exemples (66) et (68) lorsqu'elles sont isolées. En effet, ○(LOURD) est-il ici adverbe de DÉPLACER ou qualifiant l'objet déplacé représenté par (o-o). Il semble que l'observation du contexte permette de trancher : si une construction adjectivale a été construite indépendamment du verbe, alors il s'agit de la reprise de ce dernier dans le verbe. Sinon, il doit être considéré comme un adverbe.

Ainsi, le modificateur correspond-il à l'adjectif pour le nom et à l'adverbe pour le verbe. Mais, en plus de l'adverbe, le verbe peut porter les traits d'un adjectif ayant été préalablement exprimé. Ainsi, en l'état actuel de nos recherches, il nous semble que si ces deux modificateurs sont très proches au niveau structurel et au niveau syntaxe, il reste important de les distinguer, ne serait-ce que dans la mesure où l'adverbe reste un modificateur de prédicat et l'adjectif un modificateur de nom même si cette modification peut s'étendre au verbe. Enfin la lexicalisation des traits racine utilise des proformes dictées par le nom dans le cas de l'adjectif, ce qui n'est pas le cas de l'adverbe avec le verbe.

Discussion autour des prédicats verbaux et adjectivaux

La construction de l'adjectif, par exemple LOURD(o-o), est parfois identique à la construction du verbe, par exemple PORTER(o-o). C'est ainsi que cette modification n'en est plus véritablement une et que ce que nous avons pris pour un modificateur pourrait n'être qu'un prédicat.

Ce prédicat est particulier parce qu'il est qualifiant. En tant que tel, il est « attributif ». En ce sens, ce que nous comprenions (65) comme signifiant « *lourde caisse* » signifie en fait « *caisse est lourde* ». L'énoncé complet (68) doit en réalité être traduit par « *je déplace la caisse qui est lourde de a vers b* » ou par « *la caisse est lourde ; je la déplace de a vers b* ».

Seuls les indices prosodiques, notamment la présence ou non d'une pause entre LOURD(o-o) et [loc_A]-DÉPLACER(o-o)○(LOURD)-[loc_B] pourraient nous permettre de trancher.

Par conséquent, le prédicat LOURD est identique au prédicat DONNER du point de vue de sa construction syntaxique et de son interaction syntaxique. Puisque nous utilisons des gloses, le juste étiquetage devrait être : ÊTRE-LOURD.

Ainsi, en français nous avons un certain nombre d'adjectifs qui ont une valeur prédicative par leur sémantique mais qui ont une morphologie ne leur permettant pas d'être utilisés en tant que verbe. La copule « être » est le support qui leur permet le changement de catégorie de l'adjectif vers le verbe. En LSF, les adjectifs correspondants ont la capacité structurelle d'être prédicat. Cela constitue un élément de plus permettant de distinguer adjectifs et adverbes.

Pour finir cette discussion qui montre à quel point il est finalement difficile de décrire la LSF en ce qu'elle est et non par rapport à notre propre langue, le français, observons une dernière particularité des traits du prédicat-adjectif qui peuvent être directement utilisés pour modifier un substantif, comme le montre l'exemple (69). Cette dernière construction semble se différencier en tant qu'épithète par rapport à la forme lexicalisée sur une proforme que l'on a appréhendée comme attributive.

(69) CAISSE○(GRAND)

(70) CAISSE{mpv-mpv} GRAND(mpv-mpv)⁸⁵

L'opposition épithète/attribut-prédicat a émergé lors d'une session d'enregistrement de corpus vidéo avec l'une de nos informatrices⁸⁶ qui préférait la forme (69) à la forme (70). Nous avons alors discuté pour savoir si l'une était plutôt typique de la LSF et l'autre plutôt colorée de syntaxe du français. Au premier abord, la forme (69) paraissait comme étant plus naturelle, plus évidente, que la forme (70). Cependant il nous semblait qu'une différence au niveau du sens se dégageait. Nous avons alors cherché si certaines situations pouvaient faire naturellement émerger la forme (70). En fait, il semble que dans un énoncé où la « grande caisse » serait manipulée, la forme (69) est utilisée, la caisse étant d'emblée qualifiée de grosse par agglutination. Par contre, dans le cadre d'une réponse à la question « comment est la caisse », la réponse s'affranchirait de la reprise du substantif pour donner directement l'adjectif construit avec la proforme de la caisse, comme en (70). Cette dernière forme venait de retrouver une raison propre d'être, indépendamment du français. Nous avons alors repris

⁸⁵ « mpv » signifie « main plate verticale ».

⁸⁶ Cette personne est formatrice en LSF et de LSF auprès des enfants sourds signants.

les deux énoncés, pour lesquels nous avons convenu que les meilleures traductions étaient les suivantes :

- (71) CAISSE{mpv, o-o} GRAND(mpv-mpv)⁸⁷
[_{locA}]-DÉPLACER(o-o)◦(GRAND)-[_{locB}]
Je déplace la caisse qui est grande de a vers b
ou bien : *La caisse est grande ; je la déplace de a vers b*
- (72) CAISSE{o-o}◦(GRAND) [locA]-DÉPLACER(o-o)◦(GRAND)-[locB]
Je déplace la grande caisse de a vers b

Signes outils

Les éléments de cette section sont nettement moins approfondis que les précédents. Ils sont par ailleurs assez bien synthétisés par Moody (1983). Néanmoins, nous exposons ce qu'il nous paraît pertinent d'avoir à l'esprit. L'objectif est double. D'une part il s'agit modestement de présenter nos choix de modélisation dont le but est de faire fonctionner notre système de traduction sur des énoncés de plus large couverture syntaxique que l'unique relation du prédicat avec son environnement. D'autre part, la discussion qui accompagne la présentation des éléments grammaticaux doit permettre de montrer que notre approche théorique prend davantage d'éléments en compte que l'état actuel de notre système de génération automatique le laisserait supposer. Cette discussion est la porte ouverte à l'extension du travail de développement de la grammaire permettant la prise en compte des éléments d'un niveau supérieur en commençant par les modalités de phrase pour aller vers des structures de plus en plus iconiques.

Déterminants

La construction que nous avons premièrement implémentée dans nos règles de grammaire dicte que le déterminant est toujours présent et qu'il suit immédiatement l'objet qu'il détermine. Finalement, le résultat est tellement lourd que nous avons dû court-circuiter certaines de ces règles pour sortir d'un rendu au style trop sur-construit. Il est donc évident que nous ne pouvons nous contenter d'une telle proposition. Aussi, nous allons présenter les différents types de déterminants que nous avons observés et discuter de leur expressivité.

⁸⁷ « mpv » signifie « main plate verticale ».

Ainsi, nous allons voir que la question du déterminant n'est pas simple, surtout si elle est mise en regard de celle utilisée en français.

Le pointeur

Le pointeur est, du point de vue de sa structure, un déictique : il pointe. Cependant, le signe de pointage n'est pas seulement manuel (typiquement : le doigt qui montre). Il peut être visuel (manifesté par la direction du regard) ou corporel (réalisé avec un déplacement d'une partie du corps vers/sur la cible pointée. Lorsqu'il est manuel, il s'exprime naturellement après l'objet qu'il détermine. Dans les deux autres cas, il se réalise pendant l'expression du signe qu'il détermine. Nous opposons deux types de pointeurs : le premier est purement déictique et permet l'identification d'un élément du contexte extra-discursif – visuel – afin de l'instancier dans le contexte intra-discursif. Le second est grammatical et sert à activer les loci à partir desquels les relations syntaxiques vont pouvoir s'établir. Notons que lorsqu'un élément du discours fait partie du contexte visuel, il y a naturellement fusion des deux types de pointeurs qui peuvent être en même temps le déictique et l'activation du locus grammatical, ce dernier étant contraint par la présence effective du référent.

Notions d'« indéfini » et de « défini »

L'« indéfini » s'exprime de deux façons :

- Le substantif ou le groupe nominal est simplement énoncé, sans usage de pointage (manuel, des épaules ou du regard) ou de proforme.
- Les contraintes syntaxiques obligent l'utilisation d'un pointage ou d'une proforme. Dans ce cas, le regard et les épaules ne sont pas utilisés de telle sorte que le pointage ou la proforme sont neutralisés et sont « indéfinis ».

Pour le « défini », le pointage insiste davantage, il est plus sec, plus « déterminé ». Il peut s'accompagner d'un mouvement d'épaules et d'une insistance du regard vers l'objet déterminé qui insiste sur le « défini ». Lorsqu'une proforme est utilisée, un pointage par l'autre main peut s'effectuer, ou la proforme est instanciée sur un locus précis avec, encore une fois, un accompagnement des épaules ou du regard. Le sens de la notion de « défini » est « c'est de celui-là qu'on parle et pas d'un autre ».

Déterminant possessif

C'est le traditionnel adjectif possessif. Il se place après le nom – le groupe nominal – qu'il détermine. Mais, comme en français où l'on ne spécifie pas toujours l'appartenance du locuteur (je vais à la maison, j'ai mal à la jambe, etc.), il est la plupart du temps inutile de spécifier par un déterminant ce qui appartient au locuteur : ce qui n'est pas spécifié appartient par défaut au locuteur. De plus l'appartenance n'est pas toujours marquée par l'usage du déterminant lexical, par exemple « à moi » : lorsqu'un signe est spatialement mobile, la localisation peut être utilisée. Par exemple, l'opposition entre « la maison » et « ma maison » pourra s'exprimer par le fait que dans le premier cas, le signe MAISON est effectué dans l'espace neutre alors que dans le deuxième, il est effectué plus près du locuteur, presque collé à la poitrine, de manière désaxée.

Déterminant ordinal

C'est le traditionnel adjectif ordinal : PREMIER, DEUXIÈME, TROISIÈME, etc. Il est autonome, dans le sens où il ne s'associe pas – comme en français – à l'article défini (le, la, etc.). Il n'est pas évident que l'ordre canonique soit systématiquement le nom suivi du déterminant ordinal.

(73) HOMME TROISIÈME ARRIVER *Le troisième homme arrive*

Il peut se nominaliser comme en fr : « le premier a fait ceci, le deuxième cela... ». Dans ce cas là, sa position par rapport au verbe est nécessairement antéposée, l'ordre contraire ayant une autre signification.

(74) TROISIÈME ARRIVER *Le troisième arrive*

(75) ARRIVER TROISIÈME *Il arrive le/en troisième*

Déterminant cardinal

Comme en français, nous retrouvons les signes UN, DEUX, TROIS, QUATRE, etc. Ils peuvent également se nominaliser. La LSF a tendance à compter à partir de DEUX et n'utiliser UN qu'en cas de désambiguïsation, insistance ou réponse à la question « COMBIEN-? ».

Pronom

Le pronom en LSF est à l'image du pronom en français : il s'agit d'un morphème anaphorique dont la fonction est d'évoquer un nom (personne, lieu, objet). La particularité du pronom de la LSF est qu'il renvoie soit au nom en utilisant deux types bien distincts de supports : la proforme, le pointage sur locus ou le locus lui-même. Là où les langues romanes utilisent les traits de genre et de nombre pour faire le lien entre le morphème pronom et le morphème nom, la LSF utilise les différentes formes ou les différentes références spatiales. En fonction du type de verbe et de la relation au verbe, le pronom d'un même nom sera soit une proforme, soit un locus, parfois les deux associés : une proforme sur un locus, cela permettant d'opposer deux noms représentés par des proformes identiques.

Pronom personnel

a) Pronom personnel lexical

Le pronom personnel lexical n'est pas vraiment autonome par rapport au verbe et, dans le discours courant, il est éliminé. En effet le discours courant est « à la personne en cours ». Le mécanisme est le suivant : le locuteur précise qui parle/agit (pointage, nommage ou transfert d'épaule) puis il parle/agit à la place de l'actant précédemment pointé. Cela veut dire que plus que de ne pas utiliser le pronom de la première personne, la LSF n'utilise pas de pronom lexical pour construire le groupe verbal. Le pronom personnel existe malgré tout : il sert à instancier l'actant principal au début de l'énoncé pour qu'il devienne « la personne en cours ». Il sert également à désambiguïser. Notons, que si le discours ne contient que la personne du locuteur, elle sera de fait sous-entendue, d'où l'impression que « le JE n'existe pas en LSF ». Cependant, il demeure incontournable pour désambiguïser, pour répondre à la question QUI-? ou pour spécifier les tours de rôle.

b) Pronom personnel affixé

Typiquement, les pronoms affixés sont les loci déjà évoqués à la section 0, p. 91 du présent chapitre. Ce sont les loci anaphoriques sur lesquels sont construits certains verbes variables comme le montraient les exemples (33), (34), (35), (40), (41) pages 91 et 92.

Parfois, ces loci sont les loci conventionnels évoqués section 0, p. 99 du présent chapitre et utilisés dans les exemples (30), p. 88 et (49), p. 95.

Parfois ces affixes sont des proformes utilisées par certains verbes pour se construire : exemples (36) à (38), p. 92 et (52), p. 98.

Pronom disjoint

Le pronom disjoint est autonome par rapport au verbe, c'est un pronom d'insistance, de précision. On retrouve les pronoms cardinaux (76) et les pronoms réfléchis (77).

(76) NOUS-DEUX, NOUS-QUATRE, VOUS-TROIS, EUX-QUATRES, etc.

(77) MOI-MÊME, TOI-MÊME, etc.

Prépositions

La LSF manipule peu de prépositions. En effet, la plupart du temps, là où elles apparaissent en français, elles sont intrinsèques au verbe, notamment à sa direction. Cependant, cela n'est valable que pour les verbes datifs, communément appelés directionnels (TÉLÉPHONER, DIRE, DONNER, etc.).

Certaines prépositions demeurent davantage utilisées telles que « avec », « sur », etc. qui fonctionnent comme des connecteurs qui introduisent leur syntagme. Cependant, certaines constructions en LSF s'affranchissent de ces prépositions par la structure paramétrique du verbe qui peut utiliser deux mains et effectuer les connections alors que le français ne le peut pas. Il reste quand même des énoncés qui ne peuvent s'affranchir de ces prépositions.

Il se peut également que les prépositions prennent forme dans les constructions où le verbe fait défaut, qu'il s'agisse d'une construction non verbale ou d'une reprise, une précision ou une réponse à une question.

Enfin, la modalité du discours en LSF étant exclusivement « orale », c'est l'enchaînement de énoncés qui induit des relations de cause à effet, y compris pour les constructions NdeN (78). Les prépositions deviennent, de fait, inutiles dans cette organisation du discours dont nous avons vu qu'elle s'opère suivant un schéma global « thème/rhème » (Moody, 1998 : 123). Ce n'est pas là une spécificité de la LSF dans la mesure où le français oral est, lui aussi, très coutumier de ces mécanismes (79).

(78) Mon frère, sa femme, elle est malade

La femme de mon frère est malade

(79) Tu continues ? (pause) je m'en vais !

Si tu continues, je m'en vais !

Ainsi, c'est tout le champ de la subordination/complétion qui est à revoir en fonction des modalités discursives propres à l'état de langue orale de la LSF.

Connecteurs

Nous avons vu que les constructions de type NdeN (complément du nom, par exemple) se construisent pas l'utilisation d'un locus commun aux deux : le dépendant se réalise après la tête, sur le locus de cette dernière.

Par conséquent, lorsqu'il n'y a pas dépendance, mais association, le connecteur peut s'exprimer de diverses manières. Soit il n'y a que deux éléments à associer, le mécanisme est le déplacement : le premier élément est signé sur un locus et le second sur un autre locus, avec un déplacement significatif des épaules. S'il y a plusieurs éléments, il est possible d'utiliser une liste : à chaque nouvel élément introduit, on commence par donner le numéro d'ordre dans la liste (1, élément ; 2, élément ; 3, élément). Les pointages peuvent se faire sur les doigts de la main opposée ou peuvent être hiérarchisés sur une ligne horizontale devant le locuteur. Enfin, il est possible de signer les éléments les uns à la suite des autres, sur le locus neutre devant le locuteur (ce qui évite de créer la relation de dépendance en utilisant un locus), avec une petite pause entre les éléments (moins incontournable dans le cas de la dépendance).

3 Les temps, les modes et la prosodie

Nous ne pouvions finir ce chapitre sans évoquer la gestion des modes, de la temporalité et de la prosodie. L'avancement de notre travail de développement ne nous a pas permis d'en mettre en place les mécanismes. Pour autant nous avons quelques réponses à apporter à la gestion de ces éléments.

Les temps

La temporalité n'affecte pas directement les verbes au niveau de leur structure propre, notamment de leur modèle de flexion.

Certaines descriptions (Moody, 1983) exposent que le temps s'exprime selon deux lignes : l'une de derrière vers l'avant, l'autre devant le locuteur, de sa gauche vers sa droite. Cette dernière est utilisée comme une frise chronologique et est utilisée dans cette finalité. Nous pensons que l'utilisation de cette ligne temporelle relève davantage de capacités de transposition et d'abstraction extrêmement compliquées à modéliser pour une utilisation ponctuelle et relative à une organisation cognitive de la séquentialité temporelle et dont l'enjeu reste pauvre pour un traducteur automatique.

La première ligne temporelle, de derrière vers l'avant, est à associer au temps de l'action que nous appelons « l'époque ». Mais, les verbes, déjà contraints soit par l'ancrage sur le corps, soit sur des loci, ne sont pas affectés – dans leur construction manuelle – par cette ligne temporelle. Il est cependant possible, mais pas systématique, de trouver des énoncés où la notion de passé ou de futur s'exprime par un décalage des épaules (et de la tête) sur cette ligne du temps. En l'état actuel de nos observations et d'une manière générale des observations de la littérature, il n'est pas envisageable d'instancier cette possibilité comme règle de construction temporelle automatique. Cependant, une fois que les développements en seront à gérer des questions relevant de la prosodie, il sera peut-être intéressant de mesurer si, plus que de construire un signe lexical temporel, le déplacement des épaules est également utilisé – et de manière régulière – pour colorer l'ensemble de l'énoncé et éventuellement marquer les ruptures temporelles au niveau des limites des portées des énoncés dont les temps relatifs varient. Par contre, de manière régulière – et instanciable dans un système de traduction automatique – l'époque se renseigne de manière lexicale en début d'énoncé. Elle concerne les dates fixes et les délais (ex : « *dans trois jours* »). Elle s'oppose syntaxiquement au temps de durée qui est exprimé après le verbe. Enfin, la notion d'accompli est très utilisée en langue des signes et s'exprime également de manière lexicale, immédiatement après le groupe verbal. Il en est de même de la notion d'intention ou de futur immédiat.

On retrouve l'expression de la ligne temporelle « absolue » dans la construction lexicale de certains signes, en particulier ceux du temps. Pour cette construction lexicale, la dimension temporelle s'exprime :

- pour le rapport au passé, par l'utilisation d'une trajectoire qui renvoie le signe dans le dos du locuteur
- pour le rapport au futur, sur une trajectoire partant vers l'avant

- pour l'antériorité, par saut de la main dominante par-dessus la main dominée d'avant en arrière
- pour la postériorité, par un saut vers l'avant.

Par ailleurs, certains morphèmes temporels peuvent être complétés d'une dérivation portée par la localisation sur cette ligne. Par exemple, le signe MATIN, lorsqu'il est réalisé plus en avant signifie CE-MATIN-(prochain) et lorsqu'il est réalisé contre la poitrine du locuteur, décalé du côté de la main dominante, signifie CE-MATIN-(celui qui est passé).

Dans le cadre de notre génération automatique, nous abordons ces nuances en multipliant les entrées lexicales.

Les modes

Les modes, au-delà des signes les caractérisant, s'expriment notamment sur le niveau prosodique en jouant sur la variation des traits non-manuels portés par le visage (sourcils essentiellement) ou liés à la dynamique du geste (rapidité, amplitude, fermeté).

Du neutre à l'impératif en passant par l'affirmatif

L'expression de ces trois modes porte sur une variation croissante de l'intensité d'implication du corps, notamment les épaules, le regard et la dynamique du geste, comme le montre la vignette pour « REGARDE-MOI ! » (Signe 10, p. 55).

L'impératif peut également se signifier à l'aide de la construction « IL-FAUT + verbe ».

Interrogatif

L'interrogation se marque, entre autres mais pas systématiquement, par les signes de question. Cependant, il est rapidement incontournable de rajouter le marqueur prosodique permettant de délimiter la portée syntaxique de la question : sourcils relevés et épaules avancées, dernier signe de l'énoncé suspendu dans cette posture, comme le montre la vignette pour « MOI ? » (Signe 18, p. 57). La gestion de la portée de ces marqueurs peut se faire de la même manière que celle de la portée de la modification adjectivale. Son intégration fait partie des premiers éléments qu'il faudra implémenter dans le système.

Négatif

La négation est principalement portée par les signes de négation. Son utilisation s'accompagne d'un remaniement syntaxique où le verbe suivi du signe de négation est placé en fin d'énoncé. Cependant, certains verbes courants ont un équivalent négatif qui s'utilise également en fin d'énoncé.

La prosodie

Au-delà de son utilité pour caractériser le mode phrastique, la prosodie est essentielle pour identifier les frontières des constituants de l'énoncé. Le premier élément prosodique à intégrer sera la pause, avec des modalités particulières, permettant de distinguer les types d'articulations entre les constituants. En effet, il ne s'agit pas tant de marquer des temps d'arrêt que de marquer des ruptures. Ces ruptures sont à envisager selon trois types :

- le ralentissement de la fin du dernier signe qui reste en suspend avec la reprise à vitesse normale de la suite
- le saut de rythme
- le passage par une position neutre, marquant le début et la fin d'un discours.

Pour rendre notre avatar plus humain, plus indépendant, il sera également intéressant d'intégrer, en lien avec ce niveau prosodique, des « petits signes du discours », ponctuant ce dernier. Ce travail pourra également intégrer les couches de personnalité, d'attitude et d'émotion dont nous avons commencé à proposer le principe de son instanciation dans le modèle de gestion des gestes par l'avatar (Heloir & Kervajan, 2007).

4 Conclusion

Les descriptions que nous avons abordées dans ce chapitre sur les spécifications de la LSF dépassent ce que nous avons pu réaliser en termes de génération automatique. En effet, certains objets n'ont pas encore été implantés dans le système et l'approche théorique à leur sujet reste survolée. La réflexion au sujet des prédicats est la plus aboutie. En effet, c'est à partir des contraintes liées aux modifications des verbes et adjectifs que nous avons commencé nos travaux de formalisation et d'implémentation. L'ordre des signes relevé dans

les langues signées est sujet à controverse. Même si de nombreuses combinaisons sont possibles, avec des conséquences au niveau du sens, un certain nombre d'entre elles est préféré. Nous nous basons sur les propositions de Moody (1998 : 77-177) pour générer l'ordre des signes, à savoir que la structure globale de l'énoncé s'organise suivant les principes de l'ordre thème/rhème (Moody, 1998 : 123). Nous retenons également que :

- le temps et le lieu de l'action précèdent l'action, le temps étant énoncé avant le lieu
- le temps de durée et d'intention suit l'action.

Cependant, un certain nombre de règles se dégagent également à la lecture des sous-sections précédentes :

- la détermination suit l'objet déterminé
- la qualification suit l'objet qualifié et plus généralement, la modification suit l'objet modifié (lorsqu'elle n'est pas amalgamée)
- les actants nécessaires à la construction dynamique d'un verbe (loci et/ou proforme) précèdent le verbe.

L'ensemble de ces contraintes a été modélisé dans notre grammaire utilisée dans la chaîne de traduction automatique. Ces contraintes ont été implémentées dans le formalisme des grammaires de dépendance utilisé au sein du laboratoire de *France Telecom R&D*. Il en est de même pour la modélisation des entrées lexicales et des paradigmes flexionnels que nous avons décrits.

Nous avons vu, dans une seconde partie, comment nous avons intégré les signes outils dans notre première proposition de traducteur automatique du français vers la LSF. Cependant, la LSF reste une langue uniquement « orale » qui, par essence, n'utilise pas les types de mécanismes de désambiguïsations tels que ceux mis en place pour l'écriture du français (ponctuation, redondances, etc.). Depuis plusieurs siècles, les deux systèmes du français – l'oral et l'écrit – ont opéré une sorte d'influences réciproques. L'écrit nécessite l'utilisation d'éléments particuliers par rapport à l'oral pour pallier l'absence de prosodie. De plus l'écrit doit intégrer des éléments contextuels qu'il n'est pas utile d'intégrer à l'oral dans la mesure où ce dernier se construit en fonction d'un contexte partagé entre locuteur et auditeur(s). Aujourd'hui, dans une société où l'écrit est très présent, l'art d'écrire influence l'art de parler.

La LSF reste pour sa part une langue qui n'a pas (encore)⁸⁸ « appris » à s'abstraire du contexte. Ainsi, certains éléments grammaticaux de la LSF ne sont-ils utilisés que pour désambigüiser ou préciser un élément du discours. C'est ainsi que le temps du présent, la personne du locuteur, certains déterminants ne sont jamais spécifiés d'emblée même si leur utilisation peut être parfois incontournable.

La prochaine étape de développement de la grammaire devra, pour être optimum, intégrer la prise en compte du contexte intra-discursif. Ce développement devra se faire en lien avec le développement d'un moteur d'analyse du contexte discursif permettant de décider de l'instanciation ou non de ces éléments grammaticaux. De plus, la LSF se diffusant sur le canal visuel, le contexte visible vient alimenter directement la construction du discours. Dans le cadre des outils de traduction automatique ou de systèmes d'information modélisés par avance, il sera incontournable de surajouter de l'information, notamment à travers les signes grammaticaux, parce que ce contexte visuel – extra-discursif – n'aura pas cours.

Pour l'heure, les spécifications que nous avons dégagées permettent de commencer un travail considérable d'implémentation de règles pour la génération automatique d'énoncés en LSF. Une fois ce travail abouti, il faudra en confronter les résultats auprès d'informateurs afin de les valider définitivement ou de les remettre en question. Ce travail de validation ne pourra être complet que s'il est accompagné d'observations que seules des études sur corpus pourront faire émerger afin d'aller plus loin dans la description linguistique de la LSF.

⁸⁸ Les productions de vidéos en LSF commencent à pallier l'absence d'écriture en particulier sur l'Internet. Sans doute l'art de produire une vidéo pour la rendre indépendante du contexte et compréhensible par le plus grand nombre aura un impact sur l'art du discours en LSF, qu'il soit ou non lié à la production d'une vidéo.

CHAPITRE III : CADRE APPLICATIF DE LA

THÈSE

Il s'agit dans ce chapitre de décrire l'environnement dans lequel nous avons travaillé. L'intérêt est ici de montrer en quoi le cadre expérimental a jalonné le projet de formalisation de la LSF et a permis d'élaborer une réflexion théorique. Dans la logique des outils de traitement automatique des langues développés par le laboratoire des Langues Naturelles de France Télécom – Lannion, nous avons commencé par étudier la manière de représenter le lexique de la LSF dans le but second de sa manipulation par les règles de grammaires (Kervajan *et al.*, 2007). Mais, comme nous allons le voir, l'implémentation du lexique nécessite une prise en compte de données syntaxiques et sémantiques. La partie sémantique est importante puisqu'un point central de la démarche est de passer par une représentation sémantique interlingue (Iheddadene, 2006). Nous commencerons par décrire la plateforme technologique telle qu'elle est utilisée pour la traduction automatique. Ensuite, et c'est finalement l'objectif du chapitre, nous montrerons, à travers des exemples, en quoi les fondements du système garantissent l'indépendance de la langue cible – et particulièrement pour nous, la LSF – par rapport à la langue source.

1 Description de l'environnement

Le laboratoire de Lannion travaille depuis un certain nombre d'années au développement d'une plate-forme dont la vocation était premièrement le traitement automatique de l'écrit, d'où le nom qu'elle porte : TiLT pour « Traitement Linguistique Informatisé de Textes ». Les ambitions se sont progressivement élargies à l'intégration des données relatives à l'ensemble des productions langagières, en sortant progressivement d'un style d'écrits académiques pour s'ouvrir à un style de plus en plus proche de la langue spontanée, celle que l'on retrouve à l'oral et qui peut contenir un certain nombre de structures syntaxiques non décrites dans les manuels scolaires ou contenir des irrégularités voire des disfluences. Cette approche permet

d'associer d'autres technologies comme celle de la reconnaissance vocale sans attendre du locuteur qu'il ne parle « comme un livre ».

Présentation de la plate-forme technique du laboratoire

TiLT est un système avec pivot sémantique interlingue basé sur des règles (Iheddadene, 2006). La phase d'analyse se fait de façon classique : après une étape de segmentation, les informations morphologiques, syntaxiques et sémantiques de chacun des mots de l'énoncé source sont recherchées dans un lexique. Une grammaire de dépendance est ensuite utilisée pour construire le(s) arbre(s) représentant la structure syntaxique de l'énoncé. On compte actuellement sept langues représentées à des niveaux de couverture différents : le français, l'anglais, l'allemand, l'arabe, le polonais, l'espagnol et le portugais.

Triangle de Vauquois, Principe de traduction

Le traitement d'un message donné dans une langue peut être effectué sur plusieurs niveaux. Toutes les applications n'ont pas besoin de procéder à une analyse complète, mais la traduction automatique, par exemple, exige dans l'absolu de passer par un état de connaissance et d'organisation de l'information commun aux deux langues – voire à toutes les langues – et que l'on appelle le pivot. En réalité, cet état reste une vue de l'esprit : il semble même ne pas exister dans l'esprit humain tant les esprits eux-mêmes ne partagent pas la même vision du monde, chacun ayant une compréhension propre de la réalité qu'il perçoit à travers différents filtres : social, géographique, éducatif, psychologique, cognitif, historique, etc. Sur ses différents filtres qui façonnent la perception du monde se rajoute l'organisation de sa représentation à travers le langage qui ne se construit pas de manière uniforme selon les individus mais en fonction du contexte dans lequel chaque mot a été associé à un sens particulier par l'individu. C'est ainsi que si nous poussons le raisonnement, nous pouvons admettre qu'il y a autant de pivots que de personnes. Il est donc vain d'attendre que les systèmes automatiques y parviennent, Néanmoins, les principes mis en place pour la recherche vers la traduction automatique visent à atteindre ce pivot – quand bien même dût-il rester théorique – en passant par toutes les étapes inscrites dans Triangle de Vauquois (Vauquois, 1975) dont une représentation est donnée à la Figure 25.

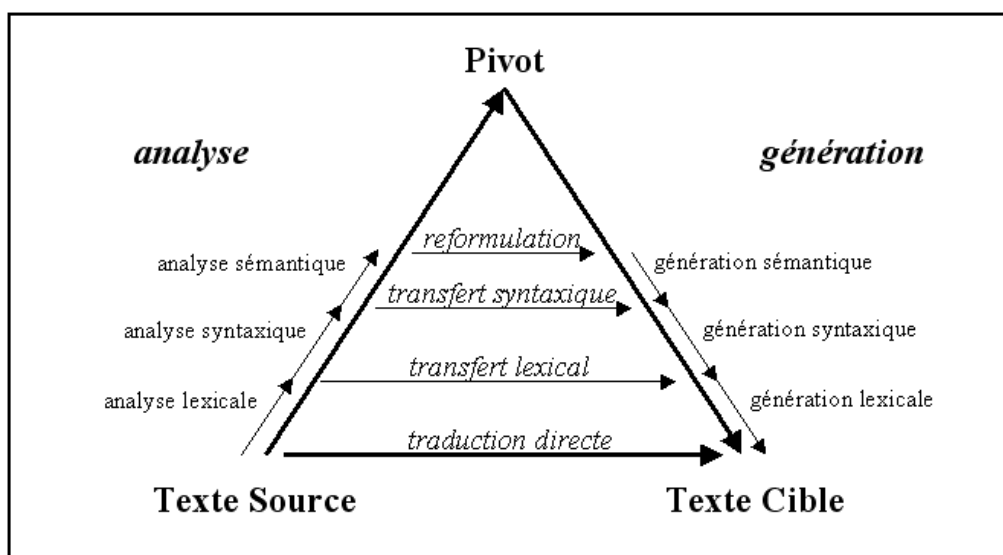


Schéma emprunté à la documentation interne de France Télécom

Figure 25 : Triangle de Vauquois.

La structure de TiLT permet de monter jusqu'à une image du pivot relativement proche du pivot théorique puisque la traduction automatique passe par un graphe conceptuel construit à partir des données sémantiques interlingues (Iheddadene, 2006). La pertinence du dictionnaire sémantique – le thesaurus – devrait permettre la construction de graphes conceptuels totalement indépendants de la syntaxe et uniques quelle que soit la langue source. Dans la réalité, il n'a pas la valeur du pivot théorique parce qu'il ne suffit pas à établir toutes les correspondances entre les langues. En effet, il arrive que l'analyse d'un énoncé formulé dans deux langues différentes donne des différences dans l'établissement du graphe conceptuel. Il est alors nécessaire de compléter les données du thesaurus par des règles de reformulation permettant la connexion entre les deux analyses. Ainsi, certaines structures de pensée – et donc de phrases – conduisent-elles inévitablement à une représentation sémantique différente selon les langues. Par exemple, pour une idée commune de « manquer à l'autre », l'anglais fera porter l'expérience par le locuteur tandis que le français fera du locuteur le bénéficiaire de l'expérience : « I miss you » vs « tu me manques ». Pour passer d'une langue à l'autre, il devient donc parfois nécessaire d'orienter, de réécrire un graphe sémantique pour reformuler ce qui doit être exprimé en fonction des représentations propres à la langue cible. Notre illustration met en lumière une divergence entre l'anglais et le français qui sont deux langues appartenant à la même famille et au sein de laquelle elles sont particulièrement proches. Il existe entre l'anglais et le français de nombreuses autres divergences linguistiques qui dénotent une vision et une compréhension du monde propre à chacune des cultures. Le nombre et la complexité de ces divergences augmentent à mesure que les langues et les

cultures qui les utilisent sont éloignées. L'impossibilité de créer un pivot commun à toutes les langues est contournée par la création de ces règles de reformulation rendant compte des usages idiomatiques et des divergences profondes entre les langues. Ces règles sont relatives aux divergences entre deux langues. Ainsi, en agrégeant dans un thésaurus unique les données sémantiques communes aux langues et en traitant les divergences par des règles de reformulation basées sur l'observation des langues deux à deux dans un fichier spécifique à ces deux langues, il est possible de considérer que l'association du thésaurus et de ce fichier constitue une figure – propre aux deux langues – du pivot.

Application du modèle de Vauquois à TiLT

L'organisation des niveaux de traitements linguistiques pour TiLT est à l'image de celles des niveaux du triangle de Vauquois. Ainsi, comme le montre la Figure 26, le système, pour l'analyse, est organisé suivant trois niveaux principaux – lexical, syntaxique et sémantique – dont les briques⁸⁹ logicielles constituent une chaîne de traitements linguistiques (qui va du bas vers le haut sur le schéma).

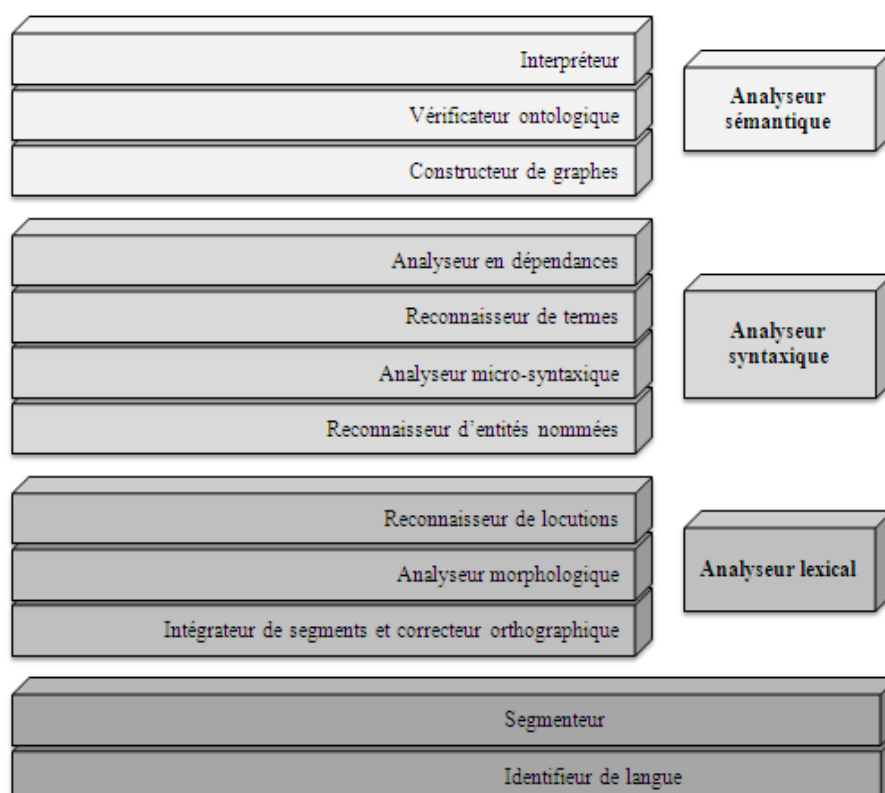


Schéma emprunté à la documentation interne de France Télécom

Figure 26 : Briques linguistiques d'analyse de TiLT.

⁸⁹ Dans le programme global, une « brique » est une partie dévolue à une tâche particulière.

Architecture générale

L'ensemble est architecturé autour de plusieurs modules supervisés par un module de contrôle. Ces modules contiennent les différentes données en fonction desquelles l'analyse et la génération de message vont être faites :

- **données pour la segmentation** : découpage d'un texte en phrases, mots ou signes, numéros, signes de ponctuation, etc.
- **lexiques monolingues**, avec des informations morpho-flexionnelles pour l'association de chaque mot à ces différentes analyses hors contexte
- **« thesaurus » multilingue** : catalogue de sens lexicalisés pour les différentes langues couvertes
- **grammaire de chunks**, pour la séparation du message en constituants de base non-imbriqués : groupe nominaux, groupes prépositionnels, groupes verbaux, etc. (Nous n'avons pas utilisé ce type de grammaire dans le cadre de notre travail de thèse)
- **grammaire de dépendances**, pour les relations syntaxiques entre les mots ou entre les signes
- **traduction de traits**, qui permet de mettre en relation des traits lexicaux et les étiquettes grammaticales
- **règles de construction sémantique**, pour affiner la pertinence des relations syntaxiques et ne retenir que celles dégageant un sens
- **règles de transformation** de graphe, pour la reformulation lorsque, pour un énoncé donné dans la langue source, l'analyse d'un énoncé attendu dans la langue cible ne donne pas le même graphe sémantique que l'analyse de l'énoncé de la langue source.

Au cours de processus d'implémentation, les lexiques, la ou les grammaire(s), la traduction de traits et les données de segmentation sont compilés avant d'être utilisés par le système.

En ce qui concerne son fonctionnement, TiLT prend en entrée un texte, le segmente en paragraphes, phrases et mots et génère actuellement plusieurs niveaux d'analyse :

- l'analyse minimale
- l'analyse syntaxique (chunking et/ou dépendances)
- l'analyse sémantique et la génération de formules ontologiques.

L'idéal est de coupler l'analyse syntaxique avec une analyse sémantique qui affine la désambiguïsation. Dans la phrase : « *l'avocat mange l'avocat* » l'analyse sémantique, par le biais de contraintes sur le verbe « *manger* » doit favoriser une interprétation selon laquelle « *l'avocat_humain mange l'avocat_fruit* ».

Le résultat de l'analyse syntaxique peut être utilisé pour l'analyse de corpus, en entrée d'outils d'extraction d'informations ou d'indexation de textes et de traitement de requêtes. Il est donc nécessaire que le mécanisme soit robuste, c'est-à-dire qu'il soit capable de donner toujours une solution, qu'elle soit correcte pour un maximum de phrases des textes traités, ou dégradée pour les autres.

La Figure 27 reprend l'architecture globale qui lie les modules (données) et les briques linguistiques (logicielles) de TiLT :

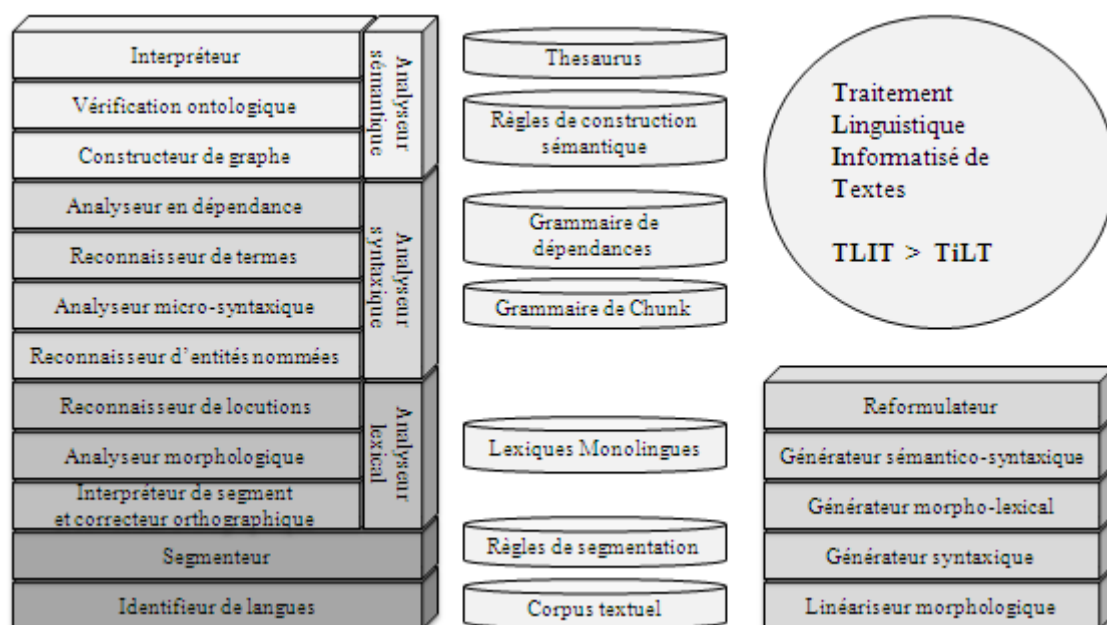


Schéma emprunté à la documentation interne de France Télécom

Figure 27 : Tilt, briques et modules du système complet : analyse et génération

2 Formats standards

Il s'agit des formats utilisés pour l'implémentation des dictionnaires utilisés par TiLT, plus particulièrement ceux du français, et à partir desquels nous avons travaillé.

Dictionnaire lexical de la LSF

Nous avons donc repris le format standard (80) pour les dictionnaires, laissant vides les champs qui ne nous ont pas été utiles. Par exemple, nous n'avons pas complété la forme phonétique du lemme, habituellement notée entre les crochets du champ n°2.

(80) Format standard pour le dictionnaire lexical :

Exemple → tu, [], PRON_SUJET, -SUJET-PRN_PERS, tu, , , ,
Champs → 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

La suite de la section renvoie à la numérotation des champs mise en évidence dans l'exemple (80).

Lemme

Pour le lemme (champ n°1), nous avons utilisé les gloses dont nous avons présenté le principe précédemment. Naturellement, pour la LSF, le lemme est donc totalement décorrélé de la forme du signifiant et ne renvoie qu'au signifié. Nous ne revenons pas sur la difficulté de se garder de confondre le champ sémantique du mot français utilisé comme glose et celui du signe auquel elle renvoie.

Catégorie grammaticale

La catégorie grammaticale (champ n°3) est l'information qui permet d'une part un dégrossissement du traitement syntaxique et d'autre part le renvoi vers le modèle de flexion à partir duquel pourra être manipulé le lemme. Par exemple, pour le français, la catégorie des verbes du premier groupe comportant un « g » renverra à la conjugaison particulière induite par la présence de ce « g » où par exemple, la réalisation de la première personne du singulier de l'imparfait nécessitera l'ajout d'un « e » (81) que l'on ne trouve pas pour les autres verbes du premier groupe (81).

(81) donner > donn + ais = donnais

(82) manger > mang + e + ais = mangeais

L'avantage du système est qu'une fois que l'ensemble des flexions pour les mots d'une catégorie est connu et entré dans le modèle, il suffit d'identifier ces mots par l'étiquette de la catégorie pour qu'ils en bénéficient, sans avoir à effectuer de saisie supplémentaire.

Traits

Les traits utilisés sont de trois natures (champ n°4) : morphologique, syntaxique ou libre. Certains sont inscrits dans le modèle de flexion et d'autres sont spécifiques à une entrée lexicale. Par exemple, la forme « -geais » porte les traits de la première et deuxième personne du singulier, de l'imparfait, du mode de l'indicatif. Ces traits sont communs à tous les verbes en « -ger ». Les traits de transitivité sont, eux, relatifs à chaque entrée. Certains traits nécessiteront d'être interprétés par la traduction de traits pour être exploitable par les grammaires.

L'identifiant de sens

Pour que le système de traduction puisse fonctionner, il est nécessaire de faire le lien entre l'entrée lexicale dans le dictionnaire lexical (pour la LSF, la glose) et une entrée sémantique dans le thesaurus, dictionnaire unique plurilingue. Ce lien est réalisé par l'intermédiaire d'un identifiant, appelé « synset » et renseigné au champ n° 5.

3 Traduire automatiquement du français vers la LSF

Transcription adoptée pour le traitement automatique

Pour rester dans la dynamique de l'utilisation des gloses tout en restant dans la logique du format standard proposé par TiLT, nous avons dû adapter la transcription que nous avons présentée et utilisée jusqu'ici, les crochets des préfixes et suffixes et les parenthèses des transfixes rendant l'écriture trop lourde.

Transcription de surface

Nous avons créé un système de transcription spécifique pour TiLT où le radical du signe est inscrit en premier et les éléments de flexions sont accolés à droite du radical dans l'ordre

suivant : préfixe, suffixe, transfixe. Les éléments de flexion sont séparés du radical et entre eux par une apostrophe dont nous avons spécifié dans les règles de segmentation de la LSF qu'elle avait la valeur d'un graphème et non d'une ponctuation. Par exemple, une flexion du verbe DONNER, que nous transcrivions avec crochets, parenthèses et tirets (83) s'écrit de la façon suivante, en minuscules (84) :

(83) [loc_A]-DONNER(bco)-[loc_B]

(84) donner'a'b'bco

Pour l'heure, la transcription de surface ne rend compte que des éléments de variations manuels. Les éléments de variation non manuels que nous avons pris en compte ne sont visibles qu'au niveau des traits transmis au cours de l'application des règles de grammaire. Il n'est pas sûr qu'il faille faire monter ces informations au niveau de la transcription de surface et cela pour deux raisons. La première tient au fait que les variations manuelles paraissent incontournables à la construction des unités sur le plan micro-syntaxique alors que les variations non manuelles que nous avons abordées pourraient être davantage perçues comme appartenant à un niveau plutôt prosodique. Nous n'avons personnellement pas tranché la question d'autant que nous n'avons pas traité toutes les variations non manuelles, notamment celles liées au mode phrastique qui pourraient être traitées comme pour l'écriture du français par des signes de ponctuation même si, au niveau de la mise en forme du signifiant, ces éléments de prosodie modale seront indispensables à mettre en place. La deuxième raison tient au fait que cette transcription de surface n'est qu'indicative de ce que le système produit, à travers une lecture partielle des éléments de variation. Il est peut-être opportun de ne pas trop la charger, sachant que, fondamentalement, le niveau qui prévaut est celui qui contient les traits et qui est transmis au moteur d'animation de l'avatar. Ainsi un accès à la transcription profonde est possible en consultant le fichier XML produit en sortie de TiLT, paramétré pour la LSF.

Structure profonde

La transcription de la structure profonde se fait en XML. Toutes les tâches effectuées par TiLT sont consignées dans un fichier XML agrégeant les informations issues de chaque étape. Pour chaque étape, une interface permet de visualiser le résultat du traitement. Ainsi, pour les langues écrites, le résultat d'une traduction est-il donné dans les caractères d'écriture de la langue, le latin pour l'anglais et le français par exemple. Le résultat de l'analyse des

Pour la traduction vers la LSF, nous avons rajouté une étape de synthèse des informations utiles à la mise en forme du signifiant par l'avatar via une feuille style produisant une sortie XML épurée, mais contenant l'ensemble des informations utiles. La sortie spécifique à la LSF contient donc les informations présentes dans la transcription de surface ainsi que les informations de la structure profonde. L'ensemble des informations concernant le signe est inclus dans une balise <SIGNE> qui peut être autonome lorsque le signe est invariable ou inclure d'autres balises relatives aux transformations à appliquer. Cette balise contient l'identifiant qui pointe vers la partie du signe qui est enregistrée dans la base de gestes de l'avatar. Si le signe est invariable (85), la balise est refermée immédiatement (86) et le geste produit par l'avatar sera la copie de celui présent dans sa base de données gestuelles. La transcription XML ne tient alors que sur une seule ligne.

(86) <SIGNE ID="caisse"/>

(87) donner'je'tu'bco *Je te donne (qqch de plat et légèrement épais)*

```
(88)  <SIGNE ID="DONNER_IL-JE">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="BCO"/>
          <END ID="BCO"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
```

134

de gestes et oblige la création d'une base de données exhaustive de ces flexions. Indépendamment de cette contrainte technique, notre modèle de flexion se veut plus économique et, avant la traduction de la transcription pour l'avatar, notre modèle linguistique aura manipulé non seulement des proformes mais également les loci comme d'authentiques flexions.

Gestion des flexions

Notre modèle de transcription se fait l'écho des propositions théoriques (Fischer & Gough (1978) ; Padden (1988) ; Pizzuto (1986) entre autres) s'attachant à décrire le fonctionnement morphologique et syntaxique des prédicats verbaux dans les Langues Signées. Il généralise ces observations à toutes les catégories grammaticales et appréhende les différentes variations – de lieux et de configuration – comme autant de flexions. Par exemple, nous avons vu que le processus⁹⁰ de localisation nécessaire à l'établissement d'une référence se fait par pointage manuel ou visuel ou par déplacement sur un locus particulier. Dans tous les cas, un des signes du constituant est modifié : le signe lui-même ou le signe de pointage. La modification porte sur le lieu de réalisation, ce qui est renseigné dans le modèle de flexion, au niveau des traits. Le Tableau 6 illustre, autour du signe GARÇON, les différents mécanismes de détermination. Dans ce tableau, « ptr-man » et « ptr-vis » signifient respectivement « pointeur manuel » et « pointeur visuel » et a,b,c sont trois loci différenciables.

Flexion du substantif sur un locus	garçon'a	garçon'b	garçon'c
Flexion du « pointeur déterminant »	garçon ptr-man'a	garçon ptr-man'b	garçon ptr-man'c
	garçon ptr-vis'a	garçon ptr-vis'b	garçon ptr-vis'c

Tableau 6 : Mécanismes de détermination

Ainsi, notre proposition de transcription informatique permet de visualiser la variation des signes soumis à la flexion.

Notre modèle reste pour l'heure limité à la gestion de sept loci différents (a, b, c, je, tu, il, li). En effet, nous considérons que pour la construction d'énoncés simples, il n'est pas nécessaire de gérer plus de deux loci co-occurents. La problématique de la cooccurrence d'un

⁹⁰ Nous traitons ce processus comme une détermination permettant ensuite la mise en œuvre de règles grammaticales permettant l'accord sur les loci.

nombre important de loci référant chacun à une entité différenciée relève de l'organisation globale du discours. Nous ne dépassons pas, pour l'heure et dans le cadre de notre travail d'implémentation, la capacité à gérer les oppositions relatives à un seul verbe, donc à deux loci co-occurents. Dans l'hypothèse d'apparition d'un troisième référent, l'espace de signation devra être reconstruit en fonction des nouvelles oppositions mises en jeu par le verbe nouveau concerné.

Cependant, par esprit de commodité, nous avons étiqueté différemment début et fin de verbe en fonction de ce qu'ils renvoient à des pronoms référencés conventionnellement (correspondant en français à « je », « tu » et « il ») ou à des pronoms référencés anaphoriquement (correspondant en français à « celui-ci », « celui-là », « ce », etc).

Par exemple, pour traduire « je te dis que (...) » et « il lui dit que (...) », en tant que phrases finies, c'est-à-dire sans énonciation des référents personnels, nous utilisons la convention suivante autour des pronoms : le locuteur est l'agent, l'interlocuteur est en face de l'agent virtuel, comme s'il s'adressait à un public derrière une caméra. Nous utilisons les pronoms standards « je » et « tu ». Par extension, les tiers anaphoriques sont à droite et à gauche du signeur. Nous les avons nommés « il » et « li ». Nous opposons par ailleurs trois espaces nommés « a », « b » et « c », que nous utilisons lorsque les actants sont préalablement référencés. Les deux premiers sont utilisés pour une opposition deux à deux (89) et le dernier pour localiser plutôt au centre s'il n'y a pas d'opposition (90).

- | | | | | |
|------|---------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| (89) | JUGE[loc _B] | AVOCAT[loc _A] | [loc _A]DIRE[loc _B] | <i>L'avocat dit au juge</i> |
| (90) | PLANTE[loc _C] | [loc _C]-ARROSER | | <i>J'arrose la plante</i> |

Les transcriptions pour notre système informatique deviennent respectivement (91) et (92)⁹¹.

- | | | | | |
|------|----------|-----------|----------|-----------------------------|
| (91) | juge'b | avocat'a | dire'a'b | <i>L'avocat dit au juge</i> |
| (92) | plante'c | arroser'c | | <i>J'arrose la plante</i> |

Au niveau de la réalisation par l'avatar il n'y aura aucune différence entre (93) et (94).

- | | | |
|------|------------|-------------------|
| (93) | dire'a'b | <i>a dit à b</i> |
| (94) | dire'il'li | <i>Il lui dit</i> |

⁹¹ Il est également possible d'opérer la référenciation par pointeur :
juge ptr-man'b avocat ptr-man'a dire'a'b et **plante ptr-man'c arroser'c**,

Cependant, cette opposition nous permet de construire des énoncés hors contexte de type « Il lui dit » (94) que l'on peut directement produire de manière conventionnelle, sans avoir à créer de références (91), les espaces à droite et à gauche du locuteur renvoyant conventionnellement aux tiers anaphoriques, de la même manière que l'espace en face du locuteur renvoie, de manière abstraite, à l'interlocuteur.

Le modèle complet pour un verbe comme DIRE est donné par le Tableau 7.

dire'a'a	dire'a'b	dire'a'je	dire'a'tu	dire'a'il	dire'a'li
dire'b'a	dire'b'b	dire'b'je	dire'b'tu	dire'b'il	dire'b'li
dire'je'a	dire'je'b	dire'je'je	dire'je'tu	dire'je'il	dire'je'li
dire'tu'a	dire'tu'b	dire'tu'je	dire'tu'tu	dire'tu'il	dire'tu'li
dire'il'a	dire'il'b	dire'il'je	dire'il'tu	dire'il'il	dire'il'li
dire'li'a	dire'li'b	dire'li'je	dire'li'tu	dire'li'il	dire'li'li

Tableau 7 : Modèle flexionnel du verbe DIRE

Certains verbes de transmission ou déplacement, comme DONNER ou DÉPLACER, sont construits de la même manière que DIRE avec, en plus, la combinatoire sur les variations en fonction du transfixe. Nous avons fait le choix d'un modèle flexionnel prédictible, basé sur un certain nombre de proformes propre à chaque modèle de flexion de verbe et dont la liste est susceptible d'évoluer. Le système prévoit qu'en cas d'absence d'une proforme attendue pour marquer un accord, c'est la proforme neutre qui est utilisée. La prédictibilité du modèle contraint, à un moment donné, le nombre des proformes. Cela n'implique pas que ces proformes soient figées. En effet, de la même façon que nous avons mis en place les mécanismes de variations de traits pour les noms et les verbes, il est possible de créer les mécanismes permettant d'opérer la variation sur les proformes en fonction des modifications qui auront été appliquées sur le substantif auquel elles renvoient. Ce faisant, la dimension iconique de variation de la proforme en fonction des qualités de l'objet auquel elle renvoie, décrite par Cuxac (2000), sera intégrée dans le modèle.

Gestion des différents modèles morpho-lexicaux

Nous avons vu au chapitre précédent que des listes de proformes étaient associées aux noms et aux verbes.

Les noms

La liste des proformes associée à un nom en donne les représentations qu'il est possible de faire du nom. La liste des proformes associée au verbe permet de définir les flexions acceptées par le verbe. La mise en correspondance de ces listes permet l'accord verbal lorsqu'au moins une des proformes est commune aux deux listes. Sinon, le verbe est réalisé dans sa forme neutre. Nous avons également vu que d'une part les noms appartiennent à des classes nominales telles que les noms issus d'une même classe partagent les mêmes proformes et que par ailleurs une organisation hiérarchique des classes permet de faire hériter les propriétés, et par conséquent les proformes, d'une classe mère vers une classe fille. L'intérêt de cette organisation en classes hiérarchiques permet d'aborder le système linguistique de manière économique où les informations communes sont renseignées dans des modèles ayant pour entrée la référence à la classe. L'héritage induit par la hiérarchisation permet de ne pas avoir à répéter des informations génériques et de repérer, via les informations présentes dans le dictionnaire lexical, les spécificités d'un signe par rapport à un autre, les éléments non spécifiques étant renseignés dans les modèles. Par ailleurs les modèles contiennent également la tolérance à la variation propre d'un substantif. Par exemple, nous avons vu qu'il était possible d'instancier directement la variation de grosseur et/ou de grandeur sur un signe comme CAISSE (95). Cependant, tous les noms ne sont pas variables de la sorte. De plus, les noms variables n'acceptent pas tous les modes de variations.

(95) CAISSE○(GRAND)

Grande caisse

Les modèles pour les noms, renvoient de fait à une typologie marquée par les codes permettant le lien entre le lexique et les modèles. La formalisation de cette typologie n'a pas fait l'objet d'une description exhaustive du lexique, mais nous distinguons d'ores et déjà les quelques classes suivantes : humain (masculin, féminin), véhicule (horizontal, vertical), animal (u, mp, s, etc.)⁹², non-physique⁹³. Ce travail est minimaliste et loin d'être abouti, il nous a seulement servi à poser les bases du principe. Une recherche de grande envergure à partir d'observations sur corpus s'impose pour valider le principe et sa justification et pour aller plus loin dans l'établissement de cette typologie hiérarchisée.

⁹² Les animaux se différencient traditionnellement selon leur démarche par les proformes utilisées pour instancier la marche : ceux aux pattes longues comme les chevaux ou les biches (proforme en « u »), ceux aux pattes lourdes mais à la démarche légère comme les fauves ou les gros chiens (proforme en main plate, « mp »), ceux à la démarche lourde comme les éléphants (proforme en « s »), etc.

⁹³ Certains substantifs renvoient à des notions abstraites qui, par définition, ne sont pas préhensibles et ne subissent pas de déplacement. Ces substantifs ne sont pas représentables par des proformes, sinon la proforme neutre d'un verbe.

Les verbes

Le travail que nous avons effectué sur les verbes est nettement plus abouti. Il s'appuie sur notre proposition de typologie présentée au chapitre précédent. L'organisation du système verbal selon cette typologie trouve son application directe dans la mise en place des modèles de flexions permettant la description fine des variations d'un verbe, indépendamment de sa racine, donc de son entrée lexicale. La nomenclature mise en place pour la codification informatique est structurée à l'image des différentes variations possibles sur les verbes. Le Tableau 8 reprend notre typologie en précisant les codes correspondants. « X » renvoie à l'invariabilité, « P » renvoie à la variation en proforme, « L » à la variation en locus et « V » signifie « verbe ».

Invariables en proforme de type ➔ V_ - - X	
Invariables spatialement (invariables)	V_XXX
Semi-variables spatialement (variables sur un seul locus)	V_LXX ou V_XLX
Variables spatialement (variables sur deux loci)	V_LLX
Variables en proforme de type ➔ V_ - - P	
Invariables spatialement (variables en proforme uniquement)	V_XXP
Semi-variables spatialement (variables en proforme et sur un seul locus)	V_LXP ou V_XLP
Variables spatialement (variables en proforme et sur deux loci)	V_LLP

Tableau 8 : Nomenclature pour la typologie verbale

Les autres variations du verbe, celles qui ne sont pas manuelles, sont spécifiées via les traits et ne relèvent pas directement de la typologie.

Illustration du fonctionnement de la traduction automatique

Revenons à la chaîne de traduction de TiLT en simulant le traitement d'un exemple. Rappelons les principales phases de l'analyse qui se fait de façon classique suivant le schéma présenté à la Figure 28 dont nous avons transformé la sortie qui, pour les autres langues, est l'énoncé obtenu dans la langue cible.

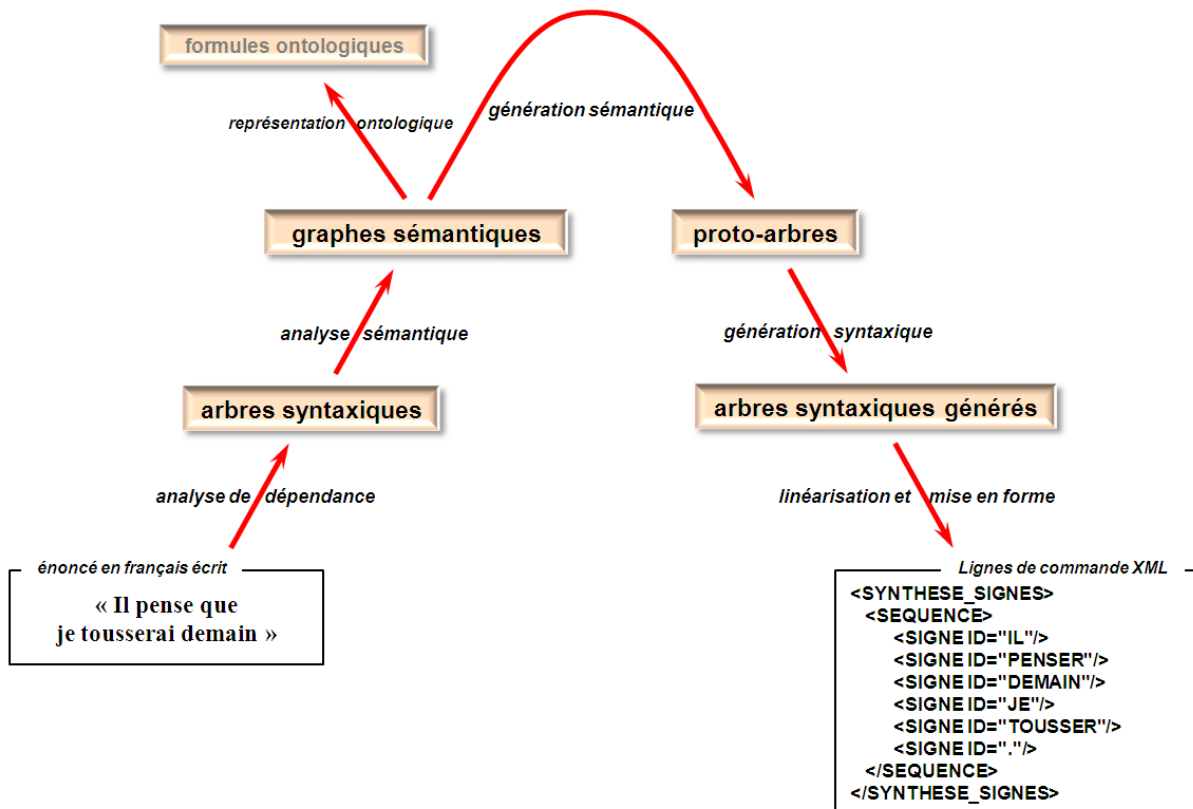


Figure 28 : Chaîne de traduction de TiLT

Ainsi, après une étape de segmentation, les informations morphologiques, syntaxiques et sémantiques de chacun des mots de l'énoncé source sont recherchées dans un lexique. Une grammaire de dépendance est ensuite utilisée pour construire le(s) arbre(s) représentant la structure syntaxique de l'énoncé. L'arbre obtenu pour l'analyse d'une phrase comme « il pense que je tousserai demain » est donné par la Figure 29 qui est une version allégée de l'arbre original présenté en annexe XII. En effet, la représentation des arbres syntaxiques que la plateforme de traitement automatique de *France Telecom* permet de visualiser contient énormément d'éléments utilisés pour la manipulation des différentes règles d'analyses lexicales, syntaxiques et sémantiques. Ce graphe ayant un formalisme particulier, nous en

proposons une réinterprétation (Figure 30) en utilisant les symboles catégoriels traditionnels repris à Choi-Jonin et Delhay (1998) et détaillés en annexe XI.

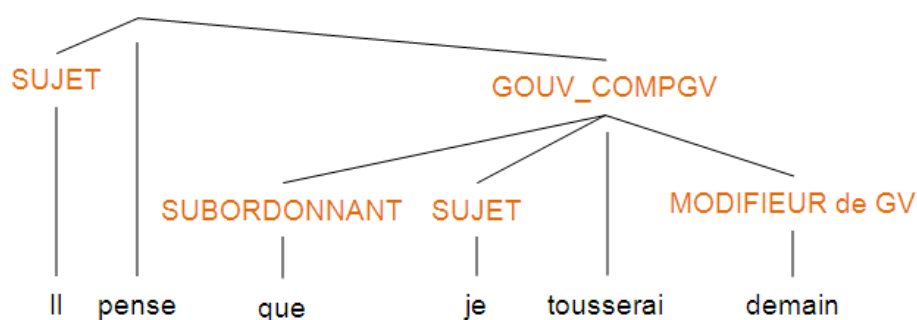


Figure 29 : Arbre allégé de l'analyse en grammaire de dépendance donné par TiLT

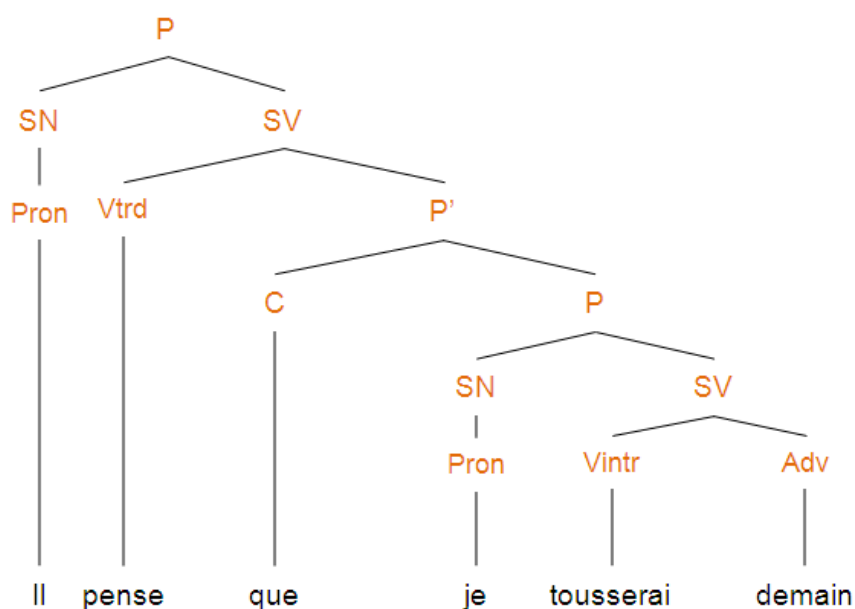
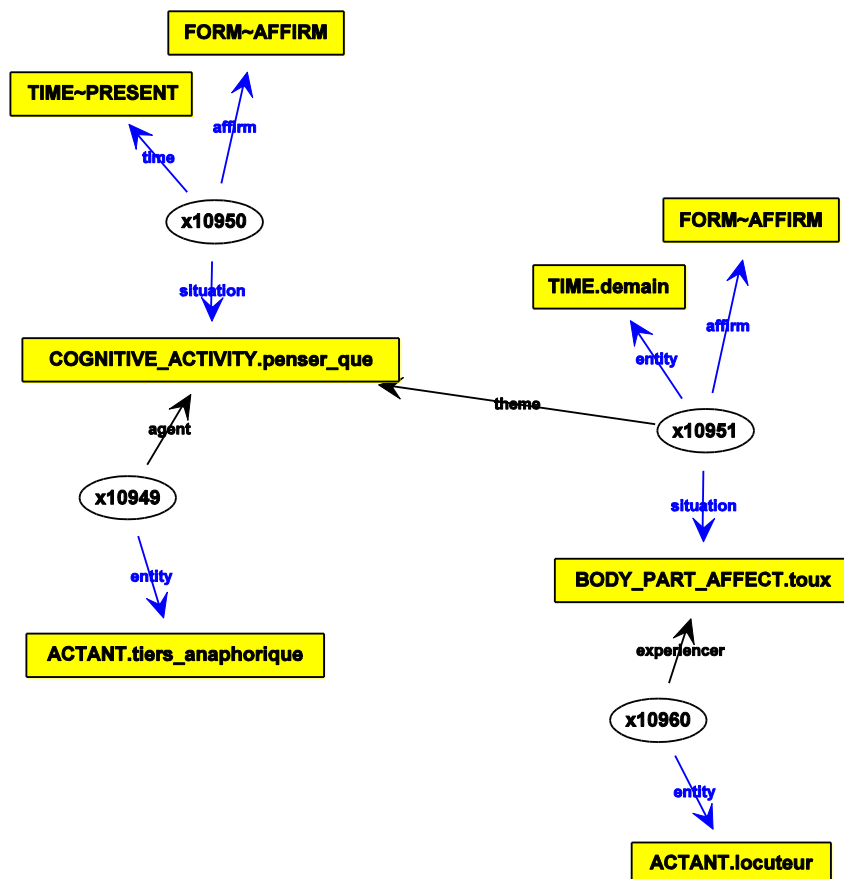


Figure 30 : Arbre de la Figure 29 réinterprété

L'analyse syntaxique se projette ensuite en un graphe sémantique (Figure 31) dont le formalisme est inspiré des graphes conceptuels (Sowa, 1984). Ce graphe est composé d'individus, de prédicats et de relations. Les individus représentent les actants et les situations d'un énoncé ; ils sont décrits par les relations qu'ils entretiennent avec les prédicats. Par exemple, (x10949) est identifiable comme le tiers anaphorique par la relation « entity » avec le prédicat [ACTANT.tiers_anaphorique], (x10951) est indentifiable comme le thème par la relation « thème » avec le prédicat [COGNITIVE_ACTIVITY.penser_que] et comme le fait d'avoir la toux par la relation « situation » avec le prédicat [BODY_PART_AFFECT.toux].

Les prédicats sont de deux types : lexicaux et grammaticaux. Les premiers représentent le sens des unités lexicales de l'énoncé source et les seconds transfèrent le matériel morphologique sémantiquement pertinent pour la traduction comme le nombre, la temporalité etc.



Graphe issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

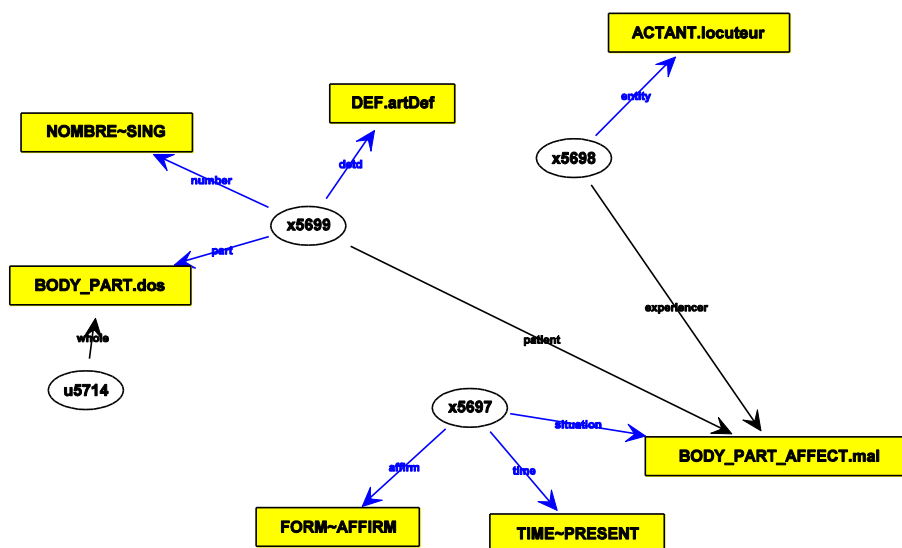
Figure 31 : Graphe conceptuel correspondant à la phrase « il pense que je tousserai demain. »

Comme dans tout système de traduction automatique avec pivot sémantique, ces graphes sémantiques jouent efficacement leur rôle de pivot interlingue en cas d'absence d'isomorphie syntaxique entre langue source et langue cible, par exemple, dans le cas (96) où un énoncé impersonnel français est sans équivalent en anglais ou comme dans le cas (97) où une construction à verbe support française devient une construction attributive anglaise. Ces différences syntaxiques sont en effet gommées dans le graphe sémantique et le graphe projeté à partir de l'énoncé source permet de générer directement l'énoncé cible.

- | | | | |
|------|------------------------------|---|----------------|
| (96) | Il me faudrait de l'aspirine | ⇔ | I need aspirin |
| (97) | J'ai des nausées | ⇔ | I feel sick |

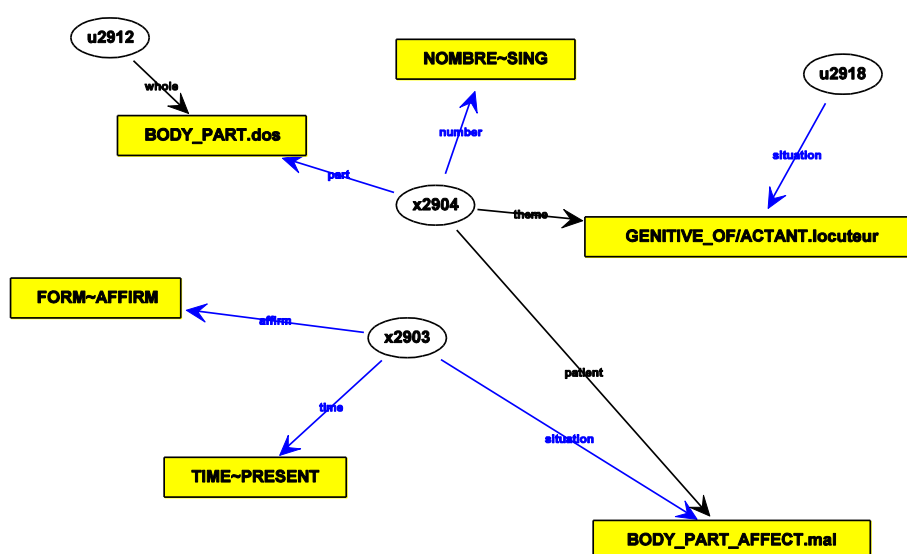
En l'absence d'isomorphie au niveau sémantique entre langue source et langue cible, comme dans les exemples (98), le système de règles de transformations, que nous avons déjà évoqué, permet de modifier le graphe source (Figure 32) pour permettre une génération correcte en langue cible (Figure 33).

(98) J'ai mal au dos \Leftrightarrow My back hurts



Graphe issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

Figure 32 : Graphe conceptuel initial de l'énoncé « j'ai mal au dos »



Graphe issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

Figure 33 : Graphe conceptuel transformé de l'énoncé « j'ai mal au dos »

Une fois le graphe sémantique obtenu, la phase de génération enchaîne différentes étapes pour produire une ou plusieurs traductions de l'énoncé source :

- Lexémisation : recherche des lexicalisations des prédicats du graphe sémantique dans le lexique cible
- Arborisation : transformation du graphe sémantique sous forme arborescente
- Validation syntaxique : filtrage des arborisations en fonction de la grammaire de la langue cible
- Linéarisation : extraction des traductions et mise en forme éventuelle (gestion des élisions, majuscules, etc.)

Le prototype de traducteur automatique TiLT a été mis au point sur le domaine réduit de l'interaction entre un pharmacien anglophone et un client francophone⁹⁴. Il traduit donc du français vers l'anglais et inversement. Notre travail a consisté à construire les données permettant de rajouter, dans les compétences de TiLT, la traduction du français vers la LSF. En principe, notre travail servira également l'autre sens de traduction, de la LSF vers le français, moyennant l'insertion de quelques règles de transformation. En effet, sur l'ensemble des autres données, les modules utilisés en génération sont les mêmes que ceux utilisés en analyse. C'est cette symétrie qui nous permet d'élaborer les données en validant les règles mises en place au moyen de l'analyse vers le graphe conceptuel lorsque l'on travaille sur le versant de la génération.

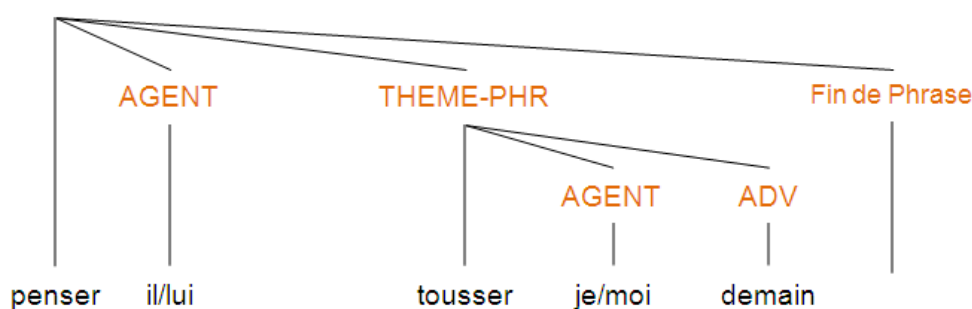


Figure 34 : Proto-arbre allégé, généré à partir du graphe de la Figure 31

La génération automatique de notre exemple « il pense que je tousserai demain », dont nous avons donné le graphe conceptuel (Figure 31) se poursuit par l'application inversée des règles sémantico-syntaxiques. Cette dernière permet, en fonction des relations décrites par le

⁹⁴ Cela explique l'orientation médicale de nos exemples.

graphe conceptuel, de reconstruire un certain nombre de proto-arbres de dépendances dont nous montrons celui qui sera retenu (Figure 34), l'arbre original étant repris en annexe XII.

Nous n'avons pas montré la réécriture du proto-arbre, celui-ci représentant une étape intermédiaire, avec un formalisme de représentation propre.

Les proto-arbres obtenus listent l'ensemble des possibilités correspondant au graphe conceptuel, avant l'application des contraintes posées par les règles de grammaire qui permettent de générer les propositions d'arbres de dépendances. Plusieurs propositions peuvent émerger mais la pondération des règles permet de créer des scores relatifs de telle sorte que les solutions générées sont hiérarchisées pour qu'au moment de la linéarisation de l'énoncé, seule la meilleure soit produite. La Figure 35 donne notre simplification de l'arbre syntaxique retenu pour la génération de l'énoncé correspondant au proto-arbre de la Figure 34.

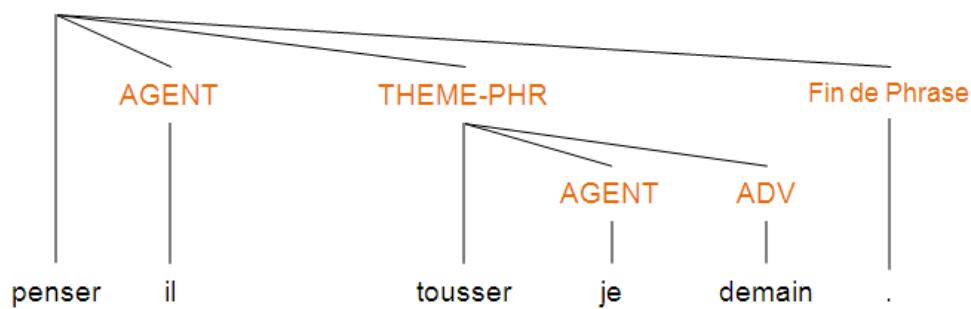


Figure 35 : Arbre de dépendance allégé issu du proto-arbre de la Figure 34

En fait, les deux arbres diffèrent davantage sous leur forme initiale (Annexe XII). En effet, la seule différence retenue ici est le choix que le système a fait entre les pronoms il/lui et je/moi. La Figure 36 présente cet arbre que nous avons réinterprété mais également linéarisé.

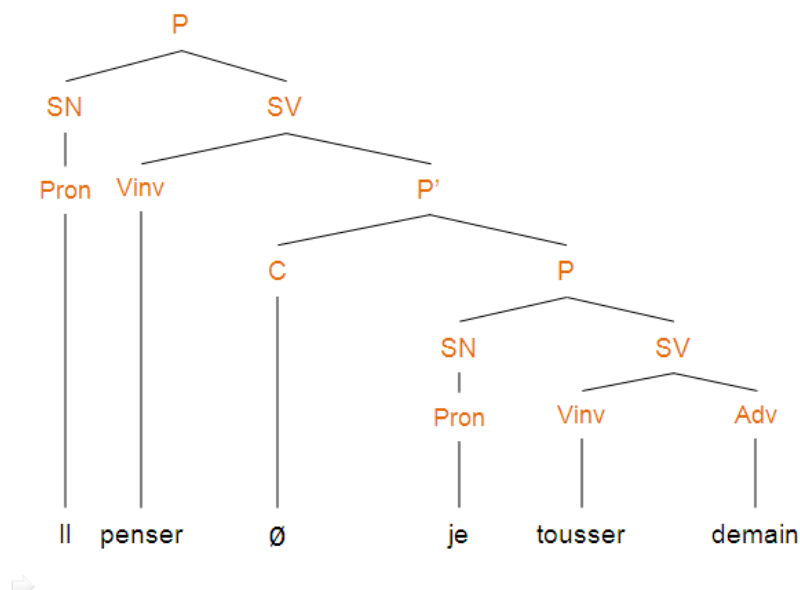


Figure 36 : Arbre de dépendance réinterprété issu du proto-arbre de la Figure 34

L'arbre syntaxique ainsi généré permet de linéariser correctement l'énoncé en LSF (99), ce qui donne une suite de signes invariables en structure profonde (100).

(99) IL PENSER DEMAIN JE TOUSSER.

(100) <SYNTHESE_SIGNES>
 <SEQUENCE>
 <SIGNE ID="IL"/>
 <SIGNE ID="PENSER"/>
 <SIGNE ID="DEMAIN"/>
 <SIGNE ID="JE"/>
 <SIGNE ID="TOUSSER"/>
 <SIGNE ID="."/>
 </SEQUENCE>
 <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il pense que je tousserai demain</TEXTE_SOURCE>
 <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">il penser demain je tousser.</TEXTE_CIBLE>
 </SYNTHESE_SIGNES>

Implémentation des données de la LSF

Lexique

Le lexique comprend deux types de données : le dictionnaire qui contient la liste des signes du système, avec pour chacun les traits grammaticaux qui lui sont propres et deux pointeurs. Le premier vers le fichier du thésaurus qui contient le sens exact de telle occurrence du signe, le second vers le fichier du modèle flexionnel éventuellement associé au signe. Le

dictionnaire est donné en annexe XIII. C'est dans le fichier du modèle de flexions que nous avons renseigné pour chaque signe les proformes qui peuvent le représenter – pour un nom – ou les proformes qu'il peut recevoir – pour un verbe. C'est également dans ce fichier que sont décrites toutes les flexions relatives à un groupe de signes variant de manière identique. Par exemple pour les verbes simples (pour le français, pas ceux en « -ger » du 1^{er} groupe), un verbe du groupe sert de modèle (d'où le nom de fichier) pour la construction des flexions du groupe. Par exemple, pour la partie sur les flexions du présent le fichier donne les indications selon lesquelles à partir du verbe à l'infinitif, il faut enlever « er » pour avoir la racine, à laquelle il convient de rajouter les terminaisons {« e », « es », « e », « ons », « ez », « ent »}. Chaque terminaison fait l'objet d'une ligne sur laquelle sont complétées les informations syntaxiques à l'apport de cette terminaison.

Pour la LSF, le modèle de flexions du verbe DONNER, sur lequel nous avons travaillé⁹⁵, possède près de 1200 flexions. Pour ne pas faire d'erreurs de saisie pour créer le modèle de ce type de verbe nous en avons automatisé l'écriture à l'aide d'un script renseignant pour chaque ligne l'ensemble de son contenu. En effet, chaque ligne est une composante de la combinatoire des trois affixes du verbe (les deux loci et la proforme) et des informations relatives à ces affixes : {je, tu, il, li}x{je, tu, il, li}x{une quarantaine de configurations}.

Règles de grammaire

Les règles de grammaire sont contenues dans un fichier. Le principe est de hiérarchiser les attachements entre les objets de différentes catégories grammaticales.

Chaque attachement se fait entre un groupe « principal », la tête, et un groupe « dépendant ». L'application d'une règle se fait en fonction des « traits » et des « conditions » de chacun des groupes. Si la règle peut se faire, le groupe obtenu reçoit de nouveaux traits et/ou de nouvelles conditions. Ces conditions peuvent bloquer l'application à nouveau de la règle déjà appliquée. Par exemple, lorsqu'un sujet est attaché à un verbe, le groupe verbal ainsi construit reçoit un trait supplémentaire signifiant qu'il possède déjà un sujet et qu'il ne peut en recevoir d'autres. Pour d'autres situations les conditions peuvent ne pas bloquer la règle. Par exemple lorsque un nom est modifié plusieurs fois par des adjectifs et des adverbes (ex : j'ai une voiture bleue vraiment très puissante). Dans ce cas l'application de la règle aboutira à l'ajout d'un trait supplémentaire mais non bloquant pour l'application de la règle.

⁹⁵ Par exemple nous n'avons pas traité le pluriel qui peut générer des modifications sur certains verbes.

Un type particulier de règles permet de clore l'analyse en attribuant au groupe obtenu le statut de phrase. Si tel est le cas, l'arbre en dépendance syntaxique est conservé.

Du point de vue purement linguistique, nous aurions souhaité nous détacher des notions de sujet, objet et oblique. Cependant, les règles de grammaire étant liées à la construction des graphes sémantiques, nous avons gardé les notions d'agent, patient et thème.

Voici les règles que nous avons décrites pour TiLT :

Règles d'attachement au NOM

- Création d'un prédicat nominal
 - attachement d'un PRONOM ou d'un NOM
 - « je femme »
 - « enfant fille » (l'enfant est une fille)
- Création d'un nom déterminé
 - attachement d'une PROFORME (avant la mise en place du verbe)
 - « juge d » (par exemple on a déterminé un juge vers lequel un homme va se rendre)
 - « voiture C » (par exemple on a déterminé la voiture dans laquelle un homme va entrer)
 - attachement d'un POINTEUR + transmission LOCUS. Cette règle crée la relation entre le nom et le déterminant (ici, le pointeur) et renseigne sur le fait que le nom est maintenant représentable par un locus. Pour notre travail, nous avons défini trois loci conventionnels (convention interne) :
« a » à gauche du locuteur, « b » à droite et « d » devant.
 - « plante pointeur'a » ; « plante pointeur'b » ; « plante pointeur'd »
 - « bleu pointeur'a » ; « bleu pointeur'b » ; « bleu pointeur'd »
 - attachement d'une PROFORME + transmission LOCUS. Cette règle crée la relation entre le nom et le déterminant (ici, la proforme) et renseigne sur le fait que le nom est maintenant représentable par un locus ou par une proforme, ou par les deux à la fois.

- « homme d'a » ; « homme d'b » ; « homme d'c »
(« d » et la proforme pour homme,
fléchie selon « 'a », « 'b » ou « 'd ».)
- attachement du DETERMINANT POSSESSIF des personnes des pronoms conventionnels (je, tu, il, li)
 - « fils mon » ; « fille ton » ; « sœur son-il » ; « sœur son-li »
- attachement du DETERMINANT POSSESSIF d'un tiers, le tiers étant référencé dans l'un des trois espaces discriminants
 - « enfant son'a » ; « enfant son'b » ; « enfant son'c »
- attachement d'un DETERMINANT NUMERAL à un nom neutre
 - « enfant un » ; « livre trois »
- attachement d'un DETERMINANT NUMERAL à un nom spatialisé sur l'un des trois espaces discriminants
 - « enfant un'a » ; « enfant un'b » ; « enfant un'c »
- Création d'un nom modifié
 - attachement d'un ADJECTIF invariable
 - « voiture bleu »
 - attachement d'un ADJECTIF + transmission PROFORME
 - « caisse{oo} lourd'oo »
 - « enfant{mph} grand'mph »

Règles d'attachement à l'ADJECTIF

- Création d'un prédicat adjectival
 - attachement d'un PRONOM ou d'un NOM
 - « je malade »
 - « enfant malade » (l'enfant est malade)
 - attachement d'un PRONOM à un modificateur
 - « je gros »
- Création d'un prédicat nominal
 - Attachement d'un PRONOM ou d'un NOM

- « je garçon » ; « lui roi »
- « roi enfant » (le roi est un enfant)

Règles d'attachement au VERBE invariable

- Attachement d'un AGENT
 - PRONOM PERSONNEL
 - « je vomir »
 - NOM COMMUN
 - « homme rêver » ; « pierre rêver »
 - « enfant vomir »
- Attachement d'un ADVERBE non morphologiquement modificateur
 - « parler vite »

Règles d'attachement au VERBE invariable en PROFORME, mais variable en LOCI

- Attachement d'un THEME
 - NON COMMUN
 - « bonjour dire'je'tu » (je te dis bonjour)
- Attachement d'un THEME-PHR. Ce que nous appelons ainsi est l'équivalent de la « que-phrase » du français.
 - « je penser tu malade » (je pense que tu es malade)

Règles d'attachement au VERBE variable en proforme

- Attachement d'un AGENT + Transmission de la PROFORME. Cette règle crée la relation entre l'agent et le verbe et renseigne sur le fait que le verbe s'est construit avec une proforme indiquée par l'agent.
 - « voiture{bh} avancer'bh » ; « Pierre{dv} avance'dv »
 - « cuisine'a salon'b homme{dv} se_déplacer'a'b'dv »
- attachement d'un THEME + Transmission de la PROFORME
 - « Verre{cv} donner'je'tu'cv »
 - « cuisine'a salon'b caisse{oo} déplacer'a'b'oo »

- attachement THEME MODIFIÉ + Transmission de la PROFORME
 - « Caisse{oo} lourd'oo donner'je'tu'o »

Règles d'attachement au VERBE variable en un locus ou deux loci

- attachement d'un THEME + Transmission du LOCUS
 - « plante pointeur'a arroser'a »
- attachement d'un AGENT + transmission du LOCUS
 - « juge'il avocat'li dire'il'li » (attachement du juge)
 - « femme'a enfant'b dire'b'a » (attachement de l'enfant)
- attachement d'un PATIENT + transmission du LOCUS
 - « juge'il avocat'li dire'il'li » (attachement de l'avocat)
 - « femme'a enfant'b dire'b'a » (attachement de la femme)
- attachement d'un ACTANT LOCATIF DEPART
 - « marseille'a nice'b aller_avion'b'a » (attachement de Nice)
 - « zoé pointeur'b pierre pointeur'a verre{c} donner'a'b'c »
(attachement de Pierre)
- attachement d'une ACTANT LOCATIF ARRIVÉE
 - « marseille'a nice'b aller_avion'b'a » (attachement de Marseille)
 - « zoé pointeur'b pierre pointeur'a verre{c} donner'a'b'c »
(attachement de Zoé)

Règles d'attachement au GROUPE VERBAL

- attachement d'un ADVERBE de TEMPS
 - « hier tu tousser » ; « passé_temps il tousser »
 - « hier tu malade » (« tu malade » est un groupe prédicat adjectival)
 - « avant lui roi » (« lui roi » est un groupe prédicat nominal)
- Attachement de l'interrogatif
 - « coûter combien ? »

4 Respect des spécificités linguistiques

La génération de la LSF avec le système de traduction automatique TiLT se fait donc à partir du graphe sémantique pivot en utilisant les ressources linguistiques (lexique, grammaire) propres à la LSF, celles-là mêmes que l'on utiliserait pour opérer dans l'autre sens. En effet, chaque langue est d'abord étudiée pour elle-même. L'objectif est que chacune soit interprétée et qu'il soit possible d'en extraire des graphes sémantiques. Ainsi, pouvoir, à l'aide de TiLT traduire des énoncés d'une langue A vers une langue B implique pouvoir traduire les mêmes types d'énoncés de la langue B vers la langue A. L'indépendance complète vis-à-vis de l'énoncé source est ainsi garantie. Pour la traduction vers la LSF, la séquence de gestes générée correspond bien à une séquence de LSF et non de français signé. Pour générer du français signé, une approche de première génération aurait été suffisante : l'ordre des mots du français est préservé, seul le lexique est modifié.

Construction des règles syntaxiques

Les règles de grammaire utiles à la structuration de la LSF ont donc été élaborées dans le but d'analyser des énoncés en LSF et d'en produire des arbres de dépendance en premier lieu, puis des graphes sémantiques en second lieu.

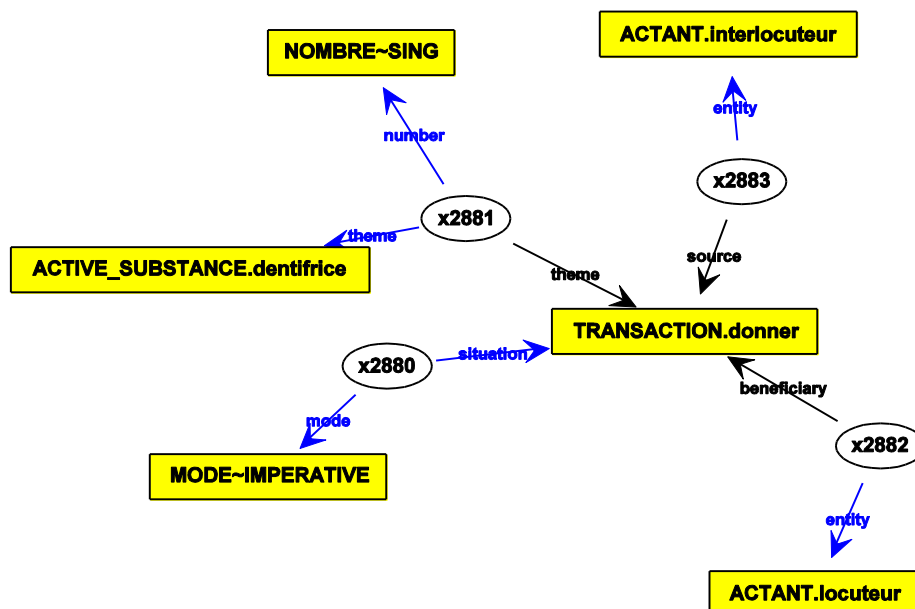
La démarche a donc été, pour pouvoir analyser la LSF, d'en formaliser la transcription des éléments « lexicaux », ce que nous avons présenté dans la section précédente. Ces éléments lexicaux établis, nous avons cherché à observer comment ils interagissaient, *i.e.* quels éléments dépendaient de quels éléments. S'est alors installé un dialogue entre la grammaire et le lexique que nous avons appréhendé comme étant morphologiquement riche, avec de forts liens morphosyntaxiques. C'est ainsi qu'a émergé toute notre approche de la typologie verbale et des flexions nominales que nous avons exposées dans le chapitre précédent.

Illustration

Pour mettre en évidence que la spécificité linguistique de la LSF est bien retrouvée, prenons l'énoncé en français (101) qui doit être traduit par (102). Bien entendu, cette spécificité est relative à la hauteur de ce que nous avons pu en traiter.

- (101) Donnez-moi du dentifrice
 (102) Dentifrice donner'tu'je'bco

La traduction automatique génère le graphe sémantique de la Figure 37.



Graphe issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

Figure 37 : Graphe conceptuel correspondant à l'énoncé « donnez-moi du dentifrice »

Ce graphe conceptuel donne les éléments suivants : [TRANSACTION.donner] est la représentation prédicative du verbe *donner*. Sont liés à ce prédicat 4 individus représentant le bénéficiaire [ACTANT.locuteur], l'interlocuteur [ACTANT.interlocuteur], la situation [MODE~IMPERATIVE] et le dentifrice [ACTIVE_SUBSTANCE.dentifrice]. On peut noter que l'interlocuteur émerge de la flexion de *donnez* et ne correspond pas à une unité lexicale autonome dans la phrase source.

Le verbe *donner* en LSF se fléchit en agent, en patient et en proforme. En génération, les prédicats [ACTANT.locuteur] et [ACTANT.interlocuteur] se grammaticalisent donc sur le verbe pour restreindre le paradigme des formes possibles pour le verbe *donner*. La règle d'attachement (Figure 38) de la relation THEME contraint les verbes de ce type à s'accorder en proforme avec leur thème. Cette contrainte sélectionne la proforme « bco⁹⁶ » disponible pour un signe comme *dentifrice* et compatible avec le verbe *donner*. Le schéma de cette règle précise également, par l'orientation des chevrons (>>), que le constituant THEME se place avant le verbe.

⁹⁶ « bco » signifie « bec de canard ouvert ».

```

RègleAttachement GV-PROF-CC THEME
Schéma GV-PT-ABC >> GN-NC|GN-NP
ConditionsPrincipal (SY_THEME_GV/!)
AutresConditions ((P/CONFIGURATION U D/CONFIGURATION_VERB)
(P += SY_THEME_GV))

```

Figure 38 : Règle de grammaire pour l'attachement du THEME

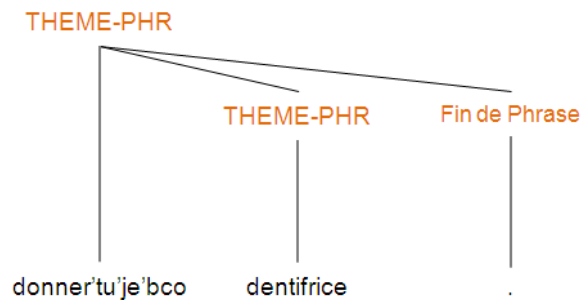


Figure 39 : Arbre syntaxique non-linéarisé généré pour « dentifrice donner'tu'je'bco »

L'arbre syntaxique (Figure 39) généré permet de linéariser correctement l'énoncé en LSF (103) avant d'obtenir la sortie XML (104) que l'on transmettra à l'avatar.

(103) dentifrice donner'tu'je'bco

```

(104) <SYNTHESE_SIGNES>
    <SEQUENCE>
        <SIGNE ID="DENTIFRICE"/>
        <SIGNE ID="DONNER_TU-JE">
            <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
                <CONFIG>
                    <START ID="BCO"/>
                    <END ID="BCO"/>
                </CONFIG>
            </CHANNEL>
        </SIGNE>
        <SIGNE ID="."/>
    </SEQUENCE>
    <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Donnez-moi du dentifrice</TEXTE_SOURCE>
    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">dentifrice donner'tu'je'bco.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

Applications

Développées par le laboratoire LN

Le dispositif est au centre d'un certain nombre d'applications en cours de développement telles que :

- le système de questions-réponses pour des applications liées à des bases de données : annuaires, services, etc.
- l'abrégeur de textes qui produit des résumés en mots clés ou phrases clés
- la découpe thématique qui permet l'extraction des thèmes d'un texte, la découpe des paragraphes en thèmes homogènes
- le filtrage et l'indexation linguistique qui permet une organisation des données linguistiques d'une entrée – corpus, sortie du module de reconnaissance vocale, texte saisi en ligne, etc. – en vue d'un traitement ultérieur
- l'identificateur de langue qui repose sur une analyse statistique classique et/ou une analyse linguistique avec prise en compte de données lexicales et grammaticales
- le traducteur automatique.

Développées en collaboration avec d'autres unités

Certaines applications, peuvent être complétées par des modules de traitement préalables du message à traiter et de mise en forme de la sortie obtenue par TiLT. C'est le cas des logiciels de questions-réponses ou du traducteur qui peuvent utiliser pour la saisie du message les technologies de reconnaissance vocale et pour la sortie celle de la synthèse vocale. Dans le cadre de notre recherche il est indispensable de se poser la question de la mise en forme du message. En effet, pour les premières applications auxquelles nous pensons, le traitement ne s'effectuera que dans un seul sens : du message écrit en français vers la LSF. C'est ainsi qu'a été pris en compte le couplage avec un avatar. En amont, il sera intéressant de coupler la technologie à un module de reconnaissance de la parole.

5 Conclusion

Ce chapitre a pu démontrer comment, dans un système initialement dédié aux langues vocales, nous avons intégré la problématique de la traduction automatique du français vers la LSF du point de vue de la manipulation syntaxique de la langue, c'est-à-dire indépendamment d'une quelconque mise en forme du signifiant.

La profondeur du travail déjà réalisé (accord verbal, modification adjectivale et adverbale, etc.) et les pistes de travail envisagées nous autorisent à affirmer que l'objectif de la thèse est rempli et ce en mettant en avant la sauvegarde des spécificités de la LSF. Partir, pour les règles de génération de LSF, des règles d'analyse, élaborées à partir de l'observation de la LSF, nous aura permis de ne pas être dans une approche « français signé ». Il faut cependant accepter d'obtenir des énoncés plus « normés » ou « figés » que ne le ferait un humain, cela étant dû d'une part à la nature et au contenu du message initial rédigé en français (pour une traduction qui va dans le sens du français vers la LSF) et d'autre part à la contrainte de travail sur des énoncés autonomes (sémantiquement non dépendants d'un contexte) imposée par les capacités actuelles – limitées – du traitement automatique des langues.

Notre travail de thèse aurait pu s'arrêter là puisque nous étions parti de l'idée de travailler sur la syntaxe de la LSF en vue de son traitement automatique et notamment de la traduction entre le français et la LSF. Nous nous sommes rapidement rendu-compte, au stade du développement des données linguistiques auquel nous étions arrivé, que l'évaluation du résultat des manipulations linguistiques ne pourrait faire longtemps l'économie de la visualisation du signal obtenu. En effet même si notre système de transcription permet d'avoir une bonne représentation des signes manipulés, avec un degré de finesse sur la direction du mouvement des verbes et les proformes utilisées, il demeurerait difficile d'apprécier le rendu de l'association des signes réalisés les uns après les autres, notamment lorsqu'ils contiennent des éléments se répétant d'un signe sur l'autre, comme les variations adjectivales par exemple. C'est pourquoi nous avons rapidement réorienté la fin de notre travail vers la production des signifiants au moyen de personnages virtuels. C'est ce que nous nous proposons de décrire dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV : MISE EN FORME DU

SIGNIFIANT

La mise en forme passe par la mise au point d'un signeur virtuel.

Ce chapitre commence par un renvoi vers l'état de l'art sur les technologies du traitement de l'image. Il s'agira simplement de resituer rapidement la technologie dans son récent contexte d'évolution et de permettre au lecteur intéressé d'être dirigé vers la littérature adéquate.

Nous aborderons également les modifications que nous avons demandées aux concepteurs de l'avatar de *France Telecom* pour le transformer en signeur virtuel. Notre propos restera centré sur l'interfaçage, *i.e.* la mise en adéquation du fichier d'entrée – de commande – pour l'avatar et de celui de la sortie de la plateforme de traduction.

1 Personnages virtuels

Avatars et analyse du discours

En ce qui concerne la création d'outils pour l'observation, la compréhension et la modélisation de la LSF, on retiendra en particulier les travaux menés au sein de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) qui travaille en partenariat avec d'autres universités. L'IRIT est plus particulièrement porteur d'« Interaction Gestuelle » (Irit.fr, 2004), étude et développement de la communication Homme-Machine visuo-gestuelle. Les porteurs du projet sont Dalle (Dalle, Capdevielle, 1995) et Cuxac (Syntaxe formelle et typologie des langues, Paris VIII). Ce projet a pour but d'étudier les problèmes rencontrés lors de la construction de dispositifs d'interaction où les gestes ne seraient plus seulement des commandes (un geste ne représente qu'un ordre complété éventuellement par son mode d'exécution) mais les productions d'un langage.

Par ailleurs, Dalle (Dalle *et al.*, 2001) propose une analyse d'images pour étudier la LSF. A terme, associé aux données fournies par les corpus, le logiciel développé pourra également donner des résultats exploitables pour la synthèse de gestes par les avatars, notamment autour

de la notion d'[espace de signation](#) dont la thèse de Lenseigne (2004) propose une première approche vers un travail plus précis au niveau de la gestion de l'espace (Lenseigne, Dalle 2005-1) et de son application vers une grammaire des langues signées (Lenseigne, Dalle, 2005-2).

Synthèse de gestes

Il s'agit de générer un modèle 3D d'un corps humain, c'est-à-dire de créer une représentation d'un être humain sous forme de personnage virtuel, appelé avatar. La plupart des avatars automatiques obéissent à des mouvements simples et grossiers. Les plus fréquents se rencontrent dans les jeux vidéo. La différence entre un personnage en dessin de synthèse et un avatar est que le premier est construit comme un personnage de dessin animé : vingt-cinquième de seconde après vingt-cinquième de seconde. L'avatar est construit pour avoir une gestuelle acquise et réutilisable en fonction d'un système de commande. Dans les jeux, même si d'énormes progrès dans les détails ont été faits, les spécifications pour les mouvements sont simples : courir, sauter, s'accroupir, donner un coup de poing, un coup de pied, tirer, etc. En général les doigts ne bougent pas. Même pour le cinéma d'animation, la manipulation des personnages en 3D est utilisée pour les mouvements de masse et les prises de vues à plusieurs mètres. Par exemple, dans le film d'animation « AVATAR » (Cameron, 2009), les scènes avec peu de personnages utilisent la *motion capture* permettant la reproduction de mouvements naturels sur un squelette 3D, même si celui-ci possède des caractéristiques différentes du squelette humain, en particulier dans les proportions pour lequel une translation est appliquée⁹⁷. Pour les scènes en gros plan, il s'agit d'acteurs. Enfin, les mains, lorsqu'elles sont virtuelles, sont toujours dans des positions très stables, les doigts alignés, serrés ou ouverts. Si les mains font l'objet de mouvements particuliers ou sont prises en gros plan, il s'agit une fois encore de mains d'acteur.

Dans le cadre de la création d'un avatar automatisé dans le but de générer une langue des signes, les spécifications de commandes sont particulières : chaque mouvement des parties du haut du corps porte une signification. Nous arrivons là dans un modèle qui, bien que différent de celui de la synthèse vocale pour les langues vocales, en est proche puisqu'il faut spécifier chaque geste minimal et les modalités des contraintes de leur articulation et de leur coarticulation. La tâche est d'autant plus délicate qu'il faudra, même pour un bas niveau de

⁹⁷ Cela est possible si la dysmorphie n'est pas trop importante, ce qui reste le cas pour AVATAR.

langue, gérer les mouvements en fonction de sous-espaces de l'espace discursif qui sont autant d'anaphores potentielles, à partir desquelles les gestes se construisent et à cause desquelles ils varient. Au final il s'agit d'être capable de reproduire des mouvements et postures du corps en général ainsi que des expressions du visage.

Renvoi vers l'État de l'art sur le Traitement de l'image appliqué à la LSF

En génération, les premiers travaux qui ont lié l'informatique et la LSF tournaient autour de l'analyse et la génération d'images de synthèse. Les chercheurs utilisaient la chorégraphie et/ou la LSF pour travailler la pertinence et la finesse des mouvements de leur avatar. C'est le cas des travaux de Lebourque, Braffort et Losson qui ouvrent la voie de ces recherches.

Les premiers travaux francophones

Lebourque (1998) proposait un avatar capable d'effectuer des gestes linguistiques de la LSF. Son propos portait essentiellement sur la génération et la spécification de gestes naturels. En fonction des différents types de communication, son travail distingue différentes natures de gestes comportant leur structure et leur spécificité propres. Un soin particulier a été porté pour l'obtention de mouvements naturels, en fonction de certaines lois inhérentes au mouvement humain (lois bio-mécaniques, psychomotrices, physiques, etc.). La particularité de son moteur de génération du mouvement est qu'il s'inspire des théories de l'automatique et de la psychomotricité. L'auteur n'étaye sa démonstration qu'à partir de structures de phrases à l'impératif pour des raisons de lisibilité et de mise en évidence de la structuration de la commande. Il précise qu'il est cependant possible d'envisager une description plus événementielle du geste.

Losson présentait dans sa thèse (Losson, 2000) un avatar baptisé "signeur virtuel" dont l'ambition était d'obtenir une synthèse en trois dimensions de phrases en LSF. En entrée, le système prenait une suite de gloses correctement choisies et ordonnées, formant une notation intermédiaire lisible aussi proche que possible de la langue naturelle. Toute la force de son travail réside dans la réflexion autour de la description du signe. Il en propose une décomposition hiérarchique basée sur ses traits pertinents en décrivant, pour chaque niveau de spécification, l'ensemble des valeurs possibles. Par ailleurs il apporte une réflexion du

traitement des flexions lexicales et détaille la façon dont les questions de spécifications, d'une part de taille ou de forme et d'autre part de vitesse ou de répétition, ont été incluses dans le système de spécification.

Avant les projets Interaction Gestuelle et LS-COLIN (Ls-colin.fr, 2000), Braffort (1996) posait les bases d'une réflexion préalable par le biais de sa thèse « Reconnaissance et compréhension de gestes, application à la langue des signes » qui fut la première à confronter les préoccupations liées à la reconnaissance et à la compréhension des gestes aux problématiques linguistiques de la LSF. Une étude détaillée de la structure et du fonctionnement de la LSF y est menée en vue de sa modélisation informatique. Le système de reconnaissance de gestes proposé, nommé ARGo, s'appuie sur les résultats de cette étude. Il est composé d'un module de reconnaissance et d'un module de compréhension. Le module de reconnaissance a permis l'obtention de résultats très encourageants sur des séquences de gestes enchaînés, composées de signes standards et variables (taux de reconnaissance 96%). Le module de compréhension est fondé sur la définition de règles spatio-temporelles et la représentation de la scène de narration du signeur. Un prototype comportant une scène virtuelle permet de visualiser étape par étape le processus d'interprétation. A la fin du processus, une traduction de la phrase en français est produite.

Actuellement, « ELSI », l'avatar développé au LIMSI (Tals.limsi.fr, 2011) est, comme celui que nous avons utilisé, composé d'un squelette recomposé et manipulable par les logiciels d'animation 3D. Pour générer une séquence de mouvements, le système attend en entrée un fichier XML dit « de primitives » (Figure 40) contenant une suite de postures clés donnant la position de chaque os.

```
<?xml version="1.0"?>
<Anim_3ds>
  <primitives>
    <prim nom="presente">

  <Node nom="bras-d">
    <Rotations>
      <axis key="0" angle="72.6205" x="-0.0147472" y="0.424994" z="-0.905076"/>
      <axis key="1" angle="72.5882" x="-0.0125636" y="0.423588" z="-0.905768"/>
      <axis key="2" angle="72.5116" x="-0.00725349" y="0.420158" z="-0.907422"/>
      <axis key="3" angle="72.4201" x="-0.00068033" y="0.415886" z="-0.909416"/>
      <axis key="4" angle="72.3404" x="0.00527891" y="0.41199" z="-0.911173"/>
      <axis key="5" angle="72.2957" x="0.00873403" y="0.409722" z="-0.912169"/>
      (...)
    </Rotations>
  </Node>
    </prim>
  </primitives>
</Anim_3ds>
```

Extrait relevé sur le site internet : <http://www.limsi.fr/Individu/bolot/octopus.html>

Figure 40 : Extrait du fichier de primitives pour le signe PRESENTE

Une plateforme d'interface pour la LSF, « Octopus », permet de rejouer et de concaténer des animations préenregistrées réalisées par un infographiste. Pour chaque signe, les postures clés du maillage de la peau du visage peuvent également être modifiées pour obtenir des mimiques réalistes. Enfin, il est possible de générer un énoncé complet en commandant une suite de signes renseignés dans le bon ordre.

Pour rendre le système plus performant, ELSI est en attente de modules d'animation comme la détection de collisions pour éviter qu'une main ne traverse l'autre ou ne traverse une partie du corps ou la cinématique inverse dans le but de positionner aisément les mains de l'avatar dans un point précis de l'espace.

L'évolution des travaux

La variation stylistique

Prenant la suite de Lebourque, Heloir (2008) a davantage pris en compte les spécificités de la LSF et a cherché à affiner la structure iconique des gestes et leur qualité expressive. Le modèle de discours proposé prend en compte les visées illustrative et non illustrative de la LSF ainsi que ses principales structures de grande iconicité (Cuxac, 2000). Ce modèle lui permet de dégager une spécification des gestes capable de gérer les différents modes expressifs. Les paramètres d'expressivité implémentés sont issus de l'observation d'une séquence de gestes en LSF réalisée par un locuteur sourd selon différentes qualités stylistiques.

Une des méthodes employées pour synthétiser le geste s'appuie sur un principe de contrôle sensorimoteur capable de s'adapter aux variabilités spatiales et temporelles induites par les paramètres d'expressivité.

Une recherche collaborative nous a permis de travailler sur la hiérarchisation des strates de modification applicable au geste. L'organisation des strates avait nécessité que nous identifions formellement celles qui relevaient de la modification linguistique (Section 0, p. 102) et celles qui relevaient de la modification extra-linguistique (Heloir & Kervajan, 2007). Ces modifications sont hiérarchisables dans le sens où elles vont être appliquées les unes après les autres selon l'ordre suivant :

- attributs permanents (ex : culture introvertie, tempérament expansif, locuteur gaucher)
- attributs temporaires (ex : enthousiasme, fatigue, énervement)

- contexte énonciatif (ex : urgence, cadre informel)
- prosodie (ex : question/étonnement, doute/sévérité)
- morpho-syntaxe (ex : modificateurs, pluriel, nominalisation, activation, transfert personnel).

Focus sur les gestes non manuels (GNM)

La génération d'énoncés fins en LSF doit prendre en compte l'expressivité du visage. Si cette dernière commence à être introduite comme élément de même importance que les mouvements des mains, elle reste abordée de manière très intuitive. Chetelat (2010), faisant le constat que les notations des GNM disponibles sont symboliques, propose une nouvelle méthodologie d'annotation permettant la description fine et précise des mouvements du visage. Le cadre de l'expérimentation, restreint aux mouvements des sourcils et aux clignements des yeux, a vocation à être étendu à l'ensemble des GNM.

Cette méthodologie, qui comporte une annotation qualitative (au moyen de symboles) et une annotation quantitative, a permis d'élaborer une typologie des mouvements analysés sur la base de laquelle une formalisation a pu être proposée dans le but de les générer automatiquement.

Orientations non syntaxiques de la production d'énoncés

Actuellement Braffort oriente son travail autour de l'analyse sémantico-cognitive d'énoncés à travers la modélisation des signes en contexte (Filhol, 2008), de l'espace de signation et des énoncés spatialisés (Braffort & Dalle, 2008). Il s'agit d'une approche du problème de la représentation sémantique d'énoncés en LSF, notamment sur la relation entre la mise en mouvement (les gestes, les mouvements, l'espace dans lequel ils interagissent) et les relations sémantiques. À terme l'objectif est d'enrichir des systèmes informatiques dédiés à la communication gestuelle, en particulier des systèmes complets de compréhension et de génération de phrases en LSF.

Vers la reconnaissance automatique

Dans le cadre de notre travail, nous avons plus particulièrement approché les travaux relatifs à la génération automatique de LSF. Notons cependant que la reconnaissance automatique de mouvement commence à donner quelques résultats (Cooper & Bowden, 2009) qui permettront à terme d'envisager des outils de traduction – ou d'aide à la traduction –

valides dans les deux sens : des langues vocales vers les langues signées mais également des langues signées vers les langues vocales. Par ailleurs un autre type de travaux se révélera fort utile pour affiner toutes les connaissances et les processus de traitement automatique : l'analyse automatique de corpus vidéo (Lefebvre-Albaret & Dalle, 2009).

Projets Européens

Visicast

Le projet VISICAST (*Virtual Signing: Capture, Animation, Storage, Transmission*) est un projet européen de l'Information Society Technologies de Londres (Bangham *et al.*, 2000) réunissant une dizaine de partenaires européens dont les universités d'East Anglia⁹⁸ et de Hambourg (2004), l'Institut National des Télécommunications d'Evry⁹⁹ et diverses associations et sociétés telles que les postes anglaises. La liste exhaustive est disponible sur le site Internet en ligne (Visicast.co.uk, 2000).

Le projet a commencé son développement et son évaluation avec un lexique réduit et utilisant les gestes de manière isolée. Il est intéressant de noter que, d'après la démonstration disponible en ligne, si la réponse du guichetier est capturée par un micro, traitée et synthétisée par l'avatar, la question du client est directement comprise par le guichetier.

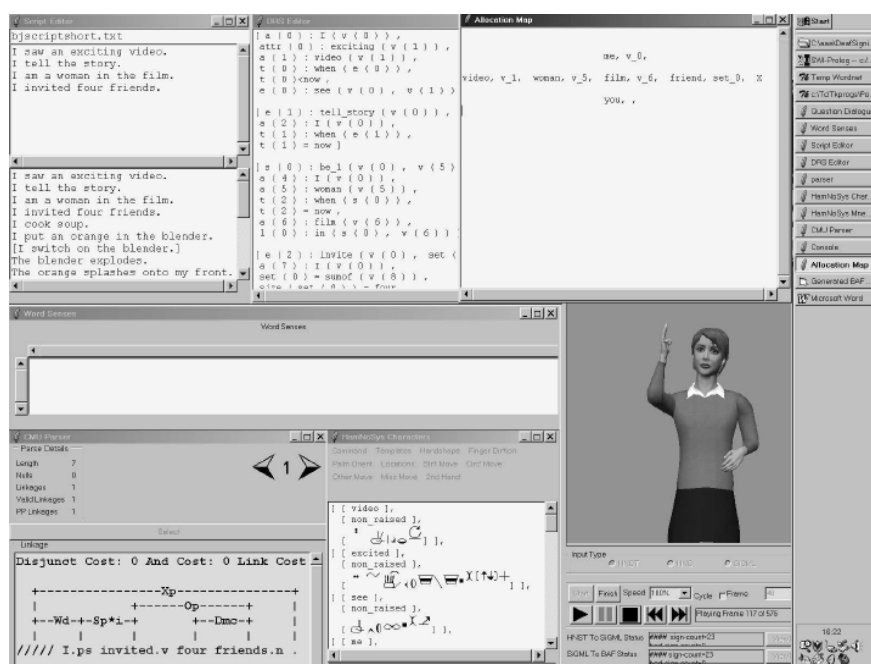








Figure 41 : Interface Visicast

⁹⁸ <http://www.sys.uea.ac.uk/>

⁹⁹ <http://www.int-evry.fr/>

Nous n'avons pas eu accès au logiciel, mais la reproduction de son interface (Figure 41) est intéressante dans la mesure où parmi les différents modules du logiciel qui s'y distinguent, nous remarquons notamment :

- ```
Disjunct Cost: 0 And Cost: 0 Link Cost
+-----Xp-----+
| +-----Op-----+ |
+--Wd--+-Sp*i--+ +--Dmc--+ |
| | | |
///// I.ps invited.v four friends.n .
```

- ```
[ [ video ],
  [ non_raised ],
    :   ] ],
[ [ excited ],
  [ non_raised ],
    .. ~  <0  \  . X(↑↓)+ ] ],
[ [ see ],
  [ non_raised ],
     ^ 0 ∞ . X ↗ ] ],
[ [ me ],
```

D'eSign est né « GUIDO », un avatar qui propose actuellement une traduction signée de certains sites notamment en Allemagne, en Hollande et en Angleterre.

Dicta Sign

L'objectif du projet Dicta Sign (Dictasign.eu, 2011) est de réaliser trois prototypes d'applications : un traducteur entre quatre langues des signes, un outil de recherche par l'exemple et un Wiki en langues des signes. Ce travail, en cours, part de l'analyse de quatre corpus similaires pour lesquels des méthodes innovantes d'annotation de corpus sont mises au point. Dans ce projet, le LIMSI (Braffort *et al.*, 2010) élabore des modèles linguistiques et participe aux aspects corpus et génération automatique par un signeur virtuel. Les requêtes sur les différentes applications doivent pouvoir être présentées en langues des signes, ce qui ouvre des perspectives concrètes aux travaux de reconnaissance automatique de gestes.

Le prototype de l'outil de traduction de langue des signes à langue des signes sera spécifique au domaine restreint des voyages. Il contiendra un lexique de 1 500 signes. La traduction relèvera d'un bas niveau de traitement qualifié de « traitement de surface » basé sur des relations simples entre les grammaires des quatre langues des signes du projet, ainsi que sur l'alignement de corpus parallèles.

Au-delà de l'Europe

Vcom3D

Outre atlantique, la société Vcom3D (Vcom3D.com, 2007) propose des outils de génération d'ASL. Il s'agit principalement de dictionnaires et d'un outil d'édition d'ASL faisant appel à ces dictionnaires. L'éditeur propose la mise en forme d'un message à partir d'un lexique représenté sous forme d'animations. Les deux mille cinq cents animations sont présentées dans leur forme de base (non fléchie). Le futur logiciel « Sign Builder » sera une réponse à la « demande des clients et la nécessité de représenter les aspects spatiaux de l'ASL » qui pourra être ajoutée à la « Sudio suite » actuellement sur le marché.

Les exemples de productions réalisées avec cet éditeur sont peu satisfaisants du point de vue des expressions et de la fluidité du mouvement. Cependant la vidéo « The Forest - A Story in ASL »¹⁰⁰ sort totalement du lot et présente une animation remarquable par la richesse de son contenu linguistique. En effet, il semble qu'aucun point ne fasse défaut, qu'il s'agisse de la qualité des postures, des mouvements, des expressions du visage ou encore des variations prosodiques (accélération, ralentissements, pauses, amplifications). De plus, des

¹⁰⁰ Visible sur Youtube en saisissant « The Forest - A Story in ASL (From Vcom3D) in HD » comme requête.

mécanismes linguistiques complexes sont présents comme les transferts ou les modificateurs. Enfin l'utilisation du jeu du regard est totalement maîtrisé et pertinent. Il nous semble cependant que ce résultat n'a pas été obtenu en utilisant l'éditeur, mais selon des techniques courantes de cinéma d'animation utilisant à la fois la *motion capture* et la correction par rotoscopie.

The Auslan Tuition System

Ce projet australien avait pour objectif le développement d'un outil intuitif accompagné d'un tutoriel interactif pour apprendre les bases de la communication en Langue des Signes Australienne (Auslan). Les développements ont été réalisés par le groupe de traduction automatique en langues signées à la « School of Computer Science & Software Engineering » de l'Université d'Australie Occidentale. Le développement de la version complète a été suspendu mais la version d'essai gratuite continue d'être disponible sur le site du projet (Auslantuition.csse.uwa.edu.au., 2004)

Le logiciel proposé est constitué de deux composantes : le module d'apprentissage de l'Auslan et le programme d'édition permettant de créer des signes. L'approche est paramétrique ce qui permet de générer des signes pour n'importe quelle langue signée.

La technologie développée est proche de celle que nous avons décrite pour ELSI section (0, p. 159), *i.e.* sur la base d'un squelette humanoïde reconstruit en 3D que l'on positionne dans les postures clés liées entre-elles par interpolation linéaires. Cependant le système a déjà intégré les contraintes de cinématiques inverses. Au stade du développement où le projet s'est arrêté, les auteurs (Yeates *et al.*, 2003) font état d'un certain nombre de limites et projettent un certain nombre d'améliorations dont : l'extension du vocabulaire, la prise en compte des expressions faciales et le développement de techniques d'évitement d'obstacle. Il est intéressant de noter qu'ils souhaitaient également ajouter un analyseur grammatical permettant de passer de l'anglais à l'Auslan en vue de développer des applications de traductions automatiques.

L'agent virtuel de FT R&D

L'avatar avec lequel nous avons travaillé est celui de l'équipe de France Télécom, à Rennes. Il a été, dans un premier temps pensé pour agrémenter des applications utilisant la synthèse vocale et pour lesquelles il était intéressant d'étayer le signal sonore par la présence

d'un personnage virtuel. L'intérêt d'un tel apport est en premier lieu esthétique mais la présence d'un personnage permet également de rajouter des éléments d'informations qui ne passent pas par la voix : le mouvement des lèvres, le regard, les mouvements des mains, les gestes et attitudes d'émotions, etc. Cependant, la prise en compte de l'ensemble des éléments para-verbaux ne va pas sans poser de difficultés. Les émotions, par exemple font l'objet de recherches spécifiques menées à bien par un autre laboratoire de France Télécom, à Lannion.

Pour ce qui concerne la mise au point de la commande automatique des mouvements propres à la production de gestes de la LSF, l'idée fut de partir d'un format d'écriture standardisé : le XML. La démarche fut de réfléchir aux niveaux d'informations que nous devons faire passer et à leur structure. Nous avons ainsi identifié deux types d'éléments : les éléments invariables, dont la réalisation manuelle reste identique quel que soit l'environnement syntaxique, et les éléments variables en fonction du contexte syntaxique. Les éléments invariables sont identifiés en tant que tel (NOTVAR). Le moteur d'animation se contente de retrouver le geste correspondant dans sa base de données et de le jouer au moment attendu. Les éléments variables peuvent donner plus de 1 000 variations (comme le verbe DONNER). Deux approches étaient possibles. La première consistait à stocker dans la base de données de l'avatar l'ensemble des variations. Les capacités de calcul des ordinateurs actuels rendent possible une telle approche. Cependant, la démarche est statique et demande une anticipation exhaustive de toutes les possibilités de combinaisons possibles. La deuxième approche consistait à stocker dans la base de données de l'avatar les différents gestes permettant la construction des signes variables. Cela demande une capacité de stockage bien moindre. Par exemple, nous avons vu que le verbe DONNER nécessite la combinaison d'une racine et de trois affixes variables, ce qui représente en tout moins de 100 éléments, la plupart des éléments – les configurations et les emplacements – étant les mêmes que pour d'autres constructions. Cette deuxième approche nécessite d'identifier les éléments variables comme tels (VAR) et de passer en attribut l'ensemble des éléments attendus pour la construction du geste complet par le moteur d'animation. Ces éléments ayant été préalablement instanciés par le module de traitement linguistique, il était possible de produire un fichier de sortie de ce module les mettant en évidence. Cette production aura nécessité un aménagement de la sortie TiLT qui, jusqu'ici, ne gardait pas en mémoire les manipulations syntaxiques pour ne rendre qu'un texte linguistiquement abouti. Cet aménagement a constitué en la mémorisation des éléments servant à la construction des gestes complets et leur transmission via une sortie sous forme de fichier XML.

moteur utilise deux canaux différents, celui de la configuration de la main et celui de la position du poignet et que l'animation faciale, qui fait l'objet d'un troisième canal, n'a pas encore pu être adapté pour prendre en compte d'éventuels éléments issus de la sortie de TiLT. Ensuite, il développe le procédé d'instanciation des trajectoires en une séquence continue de paramètres :

« Ce procédé insère les transitions manquantes, réalise la superposition spatiale de séquences, et finalement concatène les paramètres d'animation (Figure 43). L'instanciation commence par la lecture du fichier XML. Chaque geste est inséré dans l'arbre sous le nœud racine Séquence. Les transitions Début et Fin sont ensuite ajoutées, ainsi que des transitions intermédiaires entre les gestes. Le système parcourt l'arbre une première fois pour instancier les gestes ainsi que les postures initiale et finale, puis une seconde fois pour instancier les transitions. Lors du premier passage, les gestes invariants du corpus sont instanciés tels quels sur les deux canaux. Pour les gestes variables, les positions de début et de fin sont déterminées suivant les attributs.

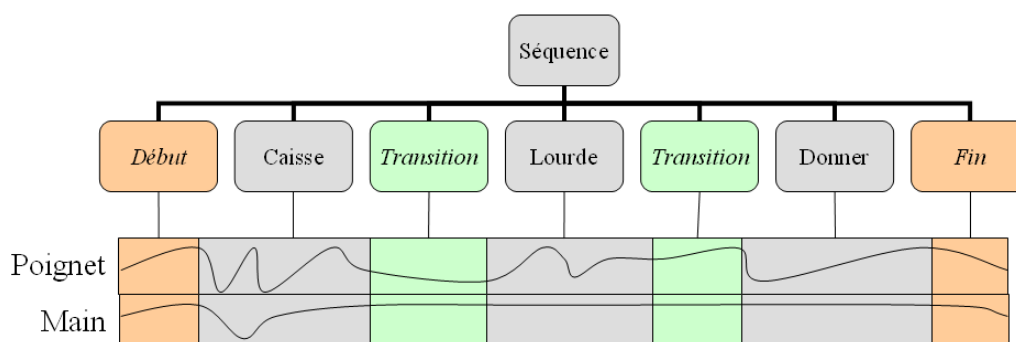


Figure 43 : Instanciation de la séquence

Dans le calcul des paramètres d'animation, la position du poignet est fixée par les segments du corpus, en revanche la position du coude est calculée par cinématique inverse (Tolani et al., 2000). La configuration de la main est calculée en cinématique directe et les configurations intermédiaires sont réalisées par interpolation de quaternions¹⁰². Cette méthode s'est avérée efficace avec les séquences sur lesquelles nous travaillons mais nécessiterait une validation à plus large échelle. »

¹⁰² Un quaternion est un quadruplet de nombres réels, le premier étant un « scalaire » et les trois autres formant un « vecteur » ou « imaginaire pur », rendant possible la représentation des rotations et notamment une chaîne de rotations, en 3 dimensions.

Enfin, il décrit le procédé d'animation de l'avatar, réalisé par un système *Skin and Bones* :

« Les Bones sont un ensemble de segments qui forment le squelette de l'humanoïde. L'animation est obtenue en modifiant les valeurs angulaires des articulations entre les segments, paramètres que nous avons calculés précédemment. »



Figure 44 : Structure de l'humanoïde

La Figure 44 montre une vue du système de Bones que nous utilisons. Les sommets du maillage formant la peau, Skin, sont ensuite animés en suivant les mouvements des Bones selon un ensemble complexe de pondérations. »

2 Spécifications pour la synthèse de gestes

Approche initiale

Nous allons voir à travers la comparaison entre deux signes que, sous une apparente similitude de la construction de leur constitution, il y a différents niveaux de construction en fonction de la nature du signe linguistique à la base du geste à réaliser : le signe est-il variable ou invariable ? La question qui s'ensuit est : comment gère-t-on sa variabilité ?

Le Tableau 9 propose, à travers l'exemple de GARÇON (voir l'image dans le Tableau 10), une implémentation du geste prenant en compte la simultanéité des paramètres de formation.

Il s'agit là d'un geste simple, c'est-à-dire invariable. Voyons maintenant ce qu'il en est des gestes nécessitant un apport extérieur pour se construire.

<p><GESTE> GARÇON</p> <p><DÉBUT></p> <p>configuration = " un "</p> <p>orientation = horizon vers côté opposé</p> <p>emplacement = front côté dominé</p> <p>contact = oui</p> <p>bouche = " A "</p> <p>buste = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>épaule = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>tête = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>sourcils = neutre</p> <p>forme des yeux = neutre</p> <p>direction du regard = neutre</p> <p>forme des joues = neutre</p> <p></DÉBUT></p> <p><MOUV></p> <p>trajectoire = rectiligne</p> <p>répétition = 0</p> <p>vitesse = 0.5 sec</p> <p></MOUV></p> <p></GESTE></p>	<p><FIN></p> <p>configuration = " un "</p> <p>orientation = horizon vers côté opposé</p> <p>emplacement = front côté Dominant</p> <p>contact = oui</p> <p>bouche = " O "</p> <p>buste = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>épaule = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>tête = rotation (0), inclinaison (0)</p> <p>sourcils = neutre</p> <p>forme des yeux = neutre</p> <p>direction du regard = neutre</p> <p>forme des joues = neutre</p> <p></FIN></p>
---	---

Tableau 9 : Exemple d'implémentation d'une glose

Le Tableau 10 reprend les éléments constitutifs de deux gestes correspondant au signes GARÇON et [loc_A]-DONNER(c)-[loc_B]. L'intérêt de la comparaison est de montrer la similitude apparente de deux types de signes.

Le geste pour GARÇON est construit par sept traits : une configuration, une orientation, deux formes de la bouche, deux emplacements et un type de mouvement. Le geste pour [loc_A]-DONNER(c)-[loc_B] est, lui aussi, construit par les sept mêmes traits. Notons qu'en dépit de ce que suggère l'exemple, tous les gestes n'ont pas sept traits. En effet, la configuration et l'orientation peuvent varier et l'emplacement peut rester le même (donc pas de trajectoire).

Apparemment, GARÇON et [loc_A]-DONNER(c)-[loc_B] relèvent de la même construction en ce qui concerne les traits. En réalité, il existe une différence majeure. Dans le premier cas, il n'y a pas de lien entre les traits pris indépendamment et la signification que le geste donnera au signe. Dans le deuxième, quatre traits portent une signification et sont donc des indications qu'il faut pouvoir maîtriser en amont de la simple description dédiée à la synthèse :

- l'arc indique la notion de transfert
- le locus [loc_A] représente la personne qui donne
- le locus [loc_B] représente la personne qui reçoit
- la configuration « c » est l'anaphore de l'objet donné.



 <p style="text-align: center;">GARÇON</p>	 <p style="text-align: center;">[loc_A]-DONNER(c)-[loc_B]</p>
<ul style="list-style-type: none"> – configuration début = " un " – orientation début = horizontale vers le côté opposé – emplacement début = front côté dominé – bouche début = " A " – configuration fin = inchangé – orientation fin = inchangée – emplacement fin = front côté Dominant – bouche fin = " O " – mouvement = rectiligne 	<ul style="list-style-type: none"> – configuration début = " c " – orientation début = horizontale, la main dans l'alignement du poignet – emplacement début = locus A – bouche début = " D " – configuration fin = inchangé – orientation fin = inchangée – emplacement fin = locus B – bouche fin = " O " – mouvement = arc (courbure en haut)

Tableau 10 : Comparaison de deux gestes

La mise en regard de ces deux gestes avait pour but de montrer qu'au niveau de leur réalisation, les types de paramètres en jeu sont identiques. En même temps, nous venons de voir que certains gestes ont une construction indépendante des paramètres (où le lieu reste un lieu, la configuration reste une configuration) alors que d'autres ont une construction liée à certains paramètres (où, pour le signe correspondant le lieu a une valeur de locus, la configuration une valeur de proforme). Dans ce dernier cas, les paramètres complétant la construction du geste sont issus d'éléments traités en amont par la grammaire.

Définitions pour un contexte particulier de mise en forme

Typologie des gestes du point de vue de la mise en forme du signal

Geste simple

Il s'agit du geste qui n'admet pas de modification manuelle, sachant que tout geste peut subir des variations sur les paramètres non manuels. Ces variations sont bien sûr contraintes par les paramètres de base constitutifs du geste concerné. Cependant, ces variations, une fois prise en considération les contraintes, sont toutes applicables. Ainsi chaque geste doit-il avoir la possibilité de se déformer en conséquence.

L'avatar a à sa disposition une base de données contenant ces gestes invariables qu'il peut reproduire à l'identique ou modifier en fonction des paramètres non manuels. Ces gestes ont été créés par infographie. Dans une perspective de prolongement de ce travail de thèse, il sera souhaitable d'utiliser la *motion capture* pour optimiser le temps de création de la base de données gestuelle. L'intérêt de la *motion capture* est de permettre la reproduction de la cinétique, *quasi* impossible à rendre par génération calculée.

Geste complexe

Nous appelons geste complexe un geste construit par la grammaire. Dans la base de données de l'avatar, ils sont éclatés en gestes-racine et gestes-complétif. Les premiers comprendront des éléments non variables du geste sur lesquelles pourront être concaténés les seconds en fonction des indications données par la synthèse grammaticale et renseignées dans le fichier XML généré par TiLT et transmis à l'avatar.

Mise en forme d'un énoncé

Un énoncé contient un certain nombre d'unités lexicales que l'avatar saura reprendre telles quelles ou devra reconstruire, mais il ne s'agit pas de se contenter de mettre ensuite les unités lexicales dans le bon ordre, il s'agira de les articuler les unes par rapport aux autres. L'idée est de créer des gestes intermédiaires, appelés inter-gestes. Pour l'avatar, ces gestes intermédiaires seront construits selon le même mécanisme d'interpolation linéaire que les gestes porteurs de signes linguistiques, mais c'est l'avatar qui devra les construire seul à partir des éléments donnés par l'environnement.

Retour sur le code XML

La sortie standard du logiciel TiLT est l'énoncé textuel de la langue cible. Mais, jusqu'à l'instant où il linéarise les éléments qu'il a obtenus, le système garde toutes les informations qu'il a retenues lors des phases d'analyse et de génération. Toutes ces informations sont accumulées dans un fichier XML contenant les informations dans un ordre de dépendances (la tête de dépendance en premier). La phase de linéarisation a pour objectif de produire un énoncé fini, interprétable par un locuteur de la langue cible. Or, nous avons dit que notre traitement pour la LSF ne s'arrête pas ici puisque l'énoncé produit n'est lisible que par nous. Cet énoncé linéarisé ne permet pas de garder toutes les informations dont la brique suivante a besoin pour produire le message dans sa forme attendue, via l'avatar.

C'est ainsi qu'il a fallu créer un module de linéarisation spécifique à la LSF permettant d'une part d'obtenir la bonne séquence de gestes et d'autre part de garder les informations morphosyntaxiques dont l'avatar a besoin pour créer les gestes flexionnels. Cependant les données attendues par l'avatar sont dans un formalisme particulier et il a fallu rajouter un petit module, via une feuille XSLT, pour effectuer la conversion et le nettoyage du fichier XML de TiLT en un fichier XML interprétable par l'avatar.

Méthodologie

Des paramètres de formation du geste à la méthodologie infographique

Nous avons vu (Section 0, p. 41) que le signe était un geste ou était constitué de gestes. Nous avons proposé une description fine du geste afin d'en mieux maîtriser l'objet. La recherche vers un modèle économique nous a conduit à orienter notre travail vers une compositionnalité morphosyntaxique plutôt que paramétrique en ce qui concerne l'analyse ou la production de l'énoncé en LSF par le Système TiLT. Cette approche a également eu un impact sur la manière de penser le dictionnaire de l'Avatar et la façon de manipuler ce dictionnaire. C'est ainsi que la réalisation d'un énoncé repose sur des gestes complets ou les plus complets possibles.

Cependant nous nous sommes servi de l'approche paramétrique (Section 0, p. 41) pour organiser le travail de création des gestes par les infographistes. Ces derniers ont travaillé à partir de vidéos que nous avons réalisées avec un Sourd et une interprète.

Les infographistes travaillaient par rotoscopie qui, à l'origine, est une technique qui consiste à reprendre image par image un modèle filmé en prise de vue réelle pour en reproduire la forme et les actions dans un film d'animation. Avec l'utilisation des nouveaux logiciels permettant de manipuler des squelettes virtuels, les infographistes ne travaillent plus sur la reproduction des contours du sujet mais sur la reproduction de ses postures. Le travail ne se fait plus image par image puisque les calculs d'interpolations linéaires permettent, à partir de postures clés, de créer automatiquement les postures intermédiaires. Les variations de vitesse sont prises en compte par correct positionnement des postures clés sur le fil du déroulement temporel. Ce procédé permet de reproduire avec réalisme la dynamique des mouvements des sujets filmés. Pour faciliter le travail nous avons segmenté les vidéos pour en dégager les signes. Les sections obtenues ont été regroupées par groupes de cohérence sur la similarité des contenus : les mêmes configurations utilisées ou bien les mêmes lieux de départ.

Nous avons eu quelques rencontres préalables où nous leur avons montré notre approche paramétrique afin qu'ils puissent mesurer l'importance de chacun des éléments du corps à prendre en compte. De plus, avec les vidéos, était joint un fichier descriptif permettant aux infographistes de repérer les débuts et fins précis des gestes et leurs postures clés. En effet, aucun d'eux ne connaissait la LSF et pour eux, malgré les explications que nous avons pu leur donner, les vidéos ne contenaient qu'un flot continu de mouvements. Aussi, en dépit de nos efforts respectifs, il reste certains gestes dont la réalisation n'est pas correcte. En effet, de notre côté, nous n'avons pas remarqué le « bruit » sur le modèle (comme la posture de départ d'un signe modifiée par la coarticulation avec le signe précédent ou encore l'allongement de la réalisation d'un signe à cause du contexte discursif). De leur côté, ils ont naturellement interprété ces bruits comme faisant partie de geste.

Malgré notre volonté, l'organisation du travail de manière économique n'a pas vraiment pu être réalisée faute de volume. En effet, nous avons traité une centaine de signes et cela n'était pas suffisant pour que leur regroupement fasse émerger une réelle méthodologie de production et un gain de temps. Ce ne sera que lors des développements ultérieurs à grande échelle que nous pourrons optimiser cette approche, en allant jusqu'à la création d'une bibliothèque de petits gestes partiels à réutiliser en les combinant pour créer le geste attendu : en premier lieu, toutes les configurations mais également les trajectoires, les postures corporelles, les expressions du visage, etc.

Le geste dans son contexte

En vertu des mécanismes de coarticulation dont nous avons parlé, le modèle lexical du signe doit être implémentable en fonction de n'importe quel contexte. Par conséquent, un geste en contexte ne doit donc pas commencer dans une position neutre, quelle que soit la manière dont cette dernière aura été définie (bras le long du corps ou mains en face du thorax).

Bornes du geste

Le principe que nous avons dégagé est le suivant : le geste commence et se termine strictement là où les éléments discriminants du signe correspondant commencent et se terminent. Dans la bibliothèque de l'avatar, sa version par défaut démarre et finit dans la posture neutre, les bras le long du corps. Des marqueurs sur ses bornes véritables permettent de ne pas tenir compte des phases le reliant aux postures de neutralité.

Inter-geste

L'inter-geste est le geste de liaison, ou de coarticulation, entre deux gestes. Il est réalisé directement en contexte par le moteur d'animation en fonction des calculs d'interpolation linéaire entre la posture de fin du geste n et celle de début du geste $n+1$ (Revoir la Figure 43, p. 169). L'interpolation linéaire est automatiquement modifiée par les contraintes articulatoires du squelette et de la surface du corps lorsque cela est nécessaire.

Supra-geste

Les éléments venant s'ajouter au geste manuel de base n'ont pas été implémentés. Ainsi en est-il de toute la gestion de la modification telle que nous l'avons abordée d'un point de vue théorique (Section 0, p. 102) et de tous les aspects de modalités que nous avons évoqués au (Section 3, p. 118).

Du point de vue de la transcription en structure profonde, ces éléments sont facilement intégrables, dans la mesure où ils auront été traités pas la grammaire. Cependant, il serait intéressant de développer un module de transcription de surface permettant de lire ces éléments en les éditant sous forme de partition permettant de visualiser les différents niveaux de réalisation. Cette mise en forme de la transcription permettrait de surmonter la difficulté de

linéariser l'ensemble des éléments, en particulier les éléments supra lexicaux qui se retrouvent sur plusieurs gestes.

La prise en compte des éléments supra-gestuels s'inscrit dans notre démarche initiale selon laquelle à un concept exprimé correspond une racine (un identifiant) qui délimite un segment. Le segment est limité par l'état de début et l'état de fin (reliés entre eux par une trajectoire) et il peut être porté par une configuration manuelle qui varie, par un déplacement d'un lieu à un autre ou par un simple regard. Chaque segment est susceptible de porter d'autres éléments, ceux que nous avons qualifiés de supra-gestuels.

Représentation des entrées lexicales

Nous avons proposé dans Kervajan (2006) de représenter les données lexicales de la LSF en utilisant deux niveaux de description : un système de gloses morphologiques et un système de description des paramètres de formation des gestes. Après mise au point de la plateforme d'échange entre les modules linguistiques et de synthèse des gestes, notre modèle s'est affranchi du niveau paramétrique pour ne rester que sur un niveau de manipulation morphologique. Pour autant, nous avons vu que notre système comporte deux niveaux de lecture de cette transcription : une première lecture dite de surface et une deuxième en structure profonde.

Le premier niveau de lecture nous permet, grâce à la manipulation des gloses morphologiques, de rendre compte des phénomènes de variation de la LSF tandis que la structure profonde nous sert d'interface avec le système de synthèse de gestes.

Pour un geste typé « non variable » comme GARÇON, la transcription de surface donne **garçon** et la structure profonde ne donne, pour l'heure, que l'indication vers le geste correspondant dans la base de données (Liste des gestes en annexe XIV) de l'avatar :

```
(105) <SIGNE>  
      <ID="garçon"/>  
      <TYP=NOTVAR/>  
      </SIGNE>
```

Le moment venu, nous intégrerons les modifications sous forme de traits (106) lorsque nous voudrons faire varier des éléments non manuels de réalisation du signe, dans la suite des travaux réalisés avec Heloir (Heloir & Kervajan, 2007) évoqués à la section 0, p. 161.

```
(106) <SIGNE> <ID="garçon"/><TYP=VAR/> TRAITS="grand" ; "torse bondé"/></SIGNE>  
      <ID="garçon"/>
```

```

<TYP=VAR/>
<TRAITS="grand" ; "torse bondé"/>
</SIGNE>

```

Exemple d'un énoncé complexe pour l'interface avec la synthèse de gestes

Prenons, pour illustrer l'interfaçage d'un énoncé complexe, un exemple mettant en œuvre à la fois les contraintes liées à la construction minimale du verbe, mais également l'apport d'informations sous forme de traits. Le module de traduction prend donc en entrée « **je te donne la lourde caisse** » et génère « **caisse lourd'oo donner'je'tu'oo** » en sortie. Cette sortie de surface correspond à la structure profonde suivante :

```

(107) <SYNTHESE_SIGNES>
      <PARA COD="ISO-8859-1" ISO="fr" LAN="français" FOR="Fr">
        <PHR TXT="je te donne la lourde caisse.">
          <TEXTE_SOURCE LAN="français">je te donne la lourde caisse.</TEXTE_SOURCE>
          <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">caisse lourd'oo donner'je'tu'oo.</TEXTE_CIBLE>
          <SIGNE>
            <ID="caisse"/>
            <TYP=NOTVAR/>
          </SIGNE>
          <SIGNE>
            <ID="lourd"/>
            <TYP=VAR/>
            <TRAITS="lourd"/>
            <CONFIGURATION="oo"/>
          </SIGNE>
          <SIGNE>
            <ID="donner"/>
            <TYP=VAR/>
            <TRAITS="lourd"/>
            <LIEU_DEP="1PRS"/>
            <LIEU_ARR="2PRS"/>
            <CONFIGURATION="oo"/>
          </SIGNE>
        </PHR>
      </PARA>
    </SYNTHESE_SIGNES>

```

Pour réaliser « **caisse** », considéré comme invariable, le module de synthèse de gestes pourra récupérer le geste directement dans sa base de données et le reproduire à l'identique.

Les deux autres signes sont variables. Leur transcription comporte un deuxième niveau contenant les informations qui vont compléter celles déjà présentes dans la base de données

de l'avatar. Ainsi, « **lourd'oo** » est un signe variable pour lequel la configuration est ici renseignée : CONFIGURATION="oo" ainsi que les éléments de posture intrinsèques à la lourdeur (abaissement des épaules et du reste de la chaîne du bras, un marquage plus important des pauses de début et de fin et une modification du rythme), spécifié par le trait TRAITS="lourd".

Enfin, « **donner'je'tu'oo** » comporte trois éléments renseignés : CONFIGURATION="oo", LIEU_DEP="1PRS" et LIEU_ARR="2PRS", les lieux de début et de fin. Comme pour lourd, le trait de posture intrinsèque à la lourdeur est spécifié par TRAITS="lourd".

3 Conclusion

Notre rapide tour de l'état de l'art nous a permis de montrer dans quelle mesure nos propositions sont en phase avec les possibilités techniques et les orientations de développement prises par les chercheurs. Le format XML s'étant généralisé comme outil d'interfaçage, il permet d'envisager la possibilité de rendre facilement complémentaires des modules de traitements linguistiques et des modules de synthèse de gestes.

Ce chapitre a également fait part du fait que nous nous sommes posé la question du niveau de découpage du signe jusqu'auquel il fallait descendre pour être le plus économique possible dans la manière de le générer automatiquement. Après avoir pensé à une approche très paramétrique, nous avons réalisé qu'il ne fallait pas descendre en dessous du découpage morphologique. Aussi, les plus petits gestes, même incomplets, manipulés par le moteur d'animation, correspondent à des morphèmes. En effet, avec le bénéfice de la cinématique inverse et de l'interpolation linéaire, il est plus simple et plus rapide de reproduire un geste après en avoir enregistré les postures clés que d'en commander l'exécution à partir de données descriptives absolues. De plus dans le cadre de production de gestes à grande échelle, la *motion capture* permettra d'alléger le travail de l'infographiste qui n'aura plus à positionner à la main les postures clés, mais devra juste les contrôler et, le cas échéant, les corriger.

CHAPITRE V : EVALUATION ET

PERSPECTIVES

Notre évaluation s'est déroulée de manière opportuniste, en fonction des bonnes volontés que nous avons rencontrées. Bien qu'elle soit modeste, elle est intéressante et suffisante au regard de l'avancée du travail de développement. De plus elle nous permet d'étayer certaines de nos perspectives.

1 Évaluation

Protocole d'expérimentation pour l'évaluation

Méthode

L'évaluation s'est faite à partir du signal présenté par l'avatar. Nous avons donc proposé à 10 personnes des énoncés en LSF, préalablement construits par le système de traduction. Les sujets ont donc été placés devant ces énoncés, présentés un à un, avec la possibilité de les rejouer sans contrainte de nombre. Les sujets n'avaient accès à aucune information écrite. La tâche consistait à rédiger leur traduction en français, l'objectif étant de savoir dans quelle mesure nous allions obtenir les phrases d'origine en français. Le cas échéant une discussion était possible pour éclairer les difficultés rencontrées.

Le travail demandé aux évaluateurs suppose un certain niveau de bilinguisme (compréhension de la LSF et écriture du français). Aussi, pour la compréhension des résultats, une attention particulière a-t-elle été portée du fait que tous les sujets n'ont pas une grande maîtrise du français. Cet élément pris en compte, il demeure aisé de distinguer ce qui relève de la qualité du français produit par le sujet de ce qui relève des éléments induits par l'avatar.

Description des sujets

Nous avons interrogé 10 personnes dont les profils, assez hétérogènes, sont récapitulés dans le Tableau 11.

Locuteurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Age	55	21	25	31	54	21	36	47	62	67
Femme		F	F		F					F
Homme	H			H		H	H	H	H	
Sourd(e)			S	S	S	S	S	S	S	S
Appareillé(e)			A	A	A					
Entendant(e)	E	E								
LSF, langue première						1	1	1	1	1
LSF, langue seconde	2	2	2	2	2					
Bilingue LSF/français				-/-	+/+	+/-	+/-			+/+
Formateur de LSF					Oui	Oui				Oui

Tableau 11 : Profils des évaluateurs

Notre échantillon est très petit, mais nous verrons que les résultats obtenus sont homogènes et nous permettent déjà de donner quelques conclusions et orientations de travail.

Compte tenu des résultats obtenus et compte tenu de l'étendue restreinte du corpus, il ne nous a pas semblé nécessaire de questionner davantage de personnes.

Éléments évalués

La qualité du signal produit par l'avatar est double : nous avons d'une part la qualité « image » du signal, qui correspondrait pour l'oral à la qualité acoustique, et d'autre part la qualité de la traduction. En réalité, certains défauts (ou certaines qualités) naturellement imputés par les évaluateurs à l'image viennent en réalité de la pertinence de la commande envoyée à l'avatar, donc du traitement linguistique. Par exemple, au niveau de la fluidité, la coarticulation relève du moteur d'animation alors que la monotonie avec laquelle l'avatar

exécute les gestes vient de l'absence de gestion des pauses et des variations de rythme par le module de traitement linguistique.

Nous avons cependant séparé les deux aspects, pour éventuellement en associer certains éléments pour l'interprétation.

L'avatar

L'avatar signant a été élaboré par *Polymorph Software*¹⁰³, partenaire de *France Telecom*, à partir du modèle qui avait été conçu pour « DIANE », agent conversationnel dont le but est de rendre plus conviviales les pages Internet d'Orange. Si, pour des motifs économiques, l'image de DIANE (la peau, les vêtements) a été conservée, les spécifications du squelette et du moteur d'animation ont été adaptées à partir de nos recommandations.

En ce qui concerne l'évaluation, les critères sont restés libres. En effet, le personnage utilisé n'ayant pas été totalement conçu, au départ, pour la manipulation de la LSF et le budget consacré à son évolution étant réduit, nous n'avons pas pu travailler un certain nombre d'éléments tels que les expressions du visage ou l'amplitude des mouvements.

Par ailleurs, nous rappelons que les gestes dessinés par les infographistes n'ont pas fait l'objet de révisions et qu'il s'agit donc d'un « premier jet », réalisé de surcroît par des personnes ne connaissant pas la LSF.

Il ressort des échanges que nous avons eu avec nos évaluateurs mais également avec d'autres personnes, lors de forums ou de salons, les éléments suivants :

- Le signal est fluide :
 - il n'y a pas de saccades
 - la gestuelle (manuelle) semble naturelle
 - la liaison entre deux signes semble également naturelle.
- Cependant,
 - les signes ne devraient pas être tous produits à la même vitesse
 - le visage n'est pas expressif
 - le corps n'est pas assez mobile.

¹⁰³ <http://www.polymorph.fr/>

Présentation de l'interface d'utilisation

L'interface (Figure 45, p. 184) dans laquelle évolue l'avatar signant a été totalement élaborée par *Polymorph Software*.

À l'ouverture du logiciel, l'avatar est en position d'attente.

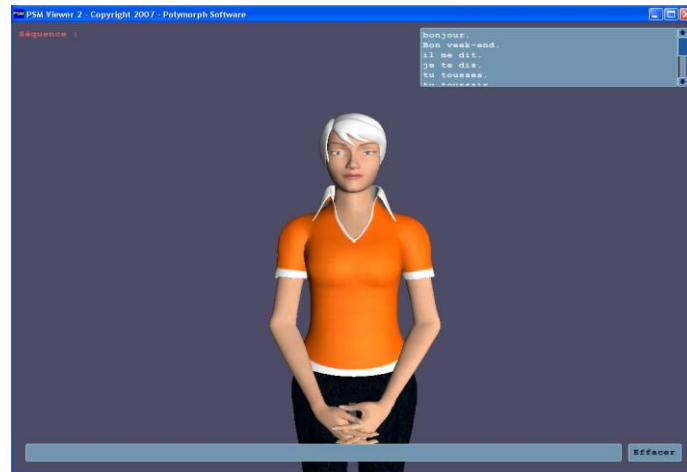


Figure 45 : Interface de l'avatar développé par *Polymorph Software*

Le rectangle du bas est la fenêtre de saisie du texte à traduire. Le texte est entré en français. Il ne peut être constitué que d'une phrase par saisie.

Le rectangle du haut à droite liste les derniers énoncés saisis.

Dès l'ouverture, puis entre deux séquences, l'avatar est en pilote automatique et réalise de petits mouvements de la tête et des mains le rendant plus vivant (Figure 46).



Figure 46 : Positions d'attente de l'avatar

Lorsqu'un énoncé est saisi ou sélectionné dans la liste, la validation par la touche « entrée » envoie la requête de traduction sur la plateforme linguistique TiLT à Lannion, au laboratoire de recherche de *France Telecom*. TiLT renvoie la séquence traduite, c'est-à-dire la séquence XML telle qu'elle est présentée section 0 (Chapitre III, p. 133).

Dès réception du fichier XML, le moteur d'animation, embarqué, joue la séquence et affiche, en haut à gauche différents éléments extraits du fichier XML :

- En vert, l'indication du nombre de signes joués (TiLT renvoie un point en fin d'énoncé, qu'il considère comme un signe).

```
Séquence : TILT - 3 Signes
Phrase FR      : Je te donne un livre.\n\n
Phrase Fr-Sgn  : livre donner'je'tu'bco.

Signes :
LIVRE
DONNER_JE-TU
Main Droite - Debut : BCO
Main Droite - Fin   : BCO
```

- En jaune la phrase initiale en français, puis sa traduction donnée dans la transcription de surface linéarisée.
- En jaune, l'annonce des signes joués.
- En vert, sous l'annonce, la liste des identifiants des signes joués. Les signes prévus mais non joués parce que non trouvés dans la bibliothèque du moteur d'animation restent en gris. Notons que c'est systématiquement le cas du point, évoqué plus haut.
- En violet, les éléments rajoutés à une racine, qui correspondent à l'identifiant donné en vert, par le moteur d'animation, pour réaliser la flexion d'un signe variable.

Lorsque le dialogue avec la plateforme TiLT ne peut se faire, par exemple lorsqu'Internet n'est pas disponible, il est possible de jouer des séquences préenregistrées en changeant de fenêtre (via la touche F3). La liste des séquences apparaît dans une fenêtre à droite. Il suffit de sélectionner un énoncé pour que la séquence soit jouée. Pour le moteur d'animation embarqué, l'exécution est identique : lecture d'un fichier XML. La différence est que la plateforme de traduction n'est pas utilisée. La liste des séquences XML que nous avons retenues se trouve en annexe XV.

Ainsi, il est possible de créer directement une séquence à jouer, sans passer par le français, en créant un fichier XML approprié, c'est-à-dire selon le bon format et compte tenu de la bibliothèque de gestes disponibles.

Éléments du traitement linguistique

Par traitement linguistique nous entendons à la fois la pertinence du signal produit et la qualité de la traduction. Le Tableau 12 donne la suite des énoncés présentés avec dans la première colonne l'énoncé initial en français et dans la deuxième colonne l'énoncé obtenu par traduction automatique, sauf pour le premier énoncé qui n'a pas été produit par traduction automatique et qui servait à mettre en évidence l'absence de rythme prosodique.

	PHRASES EN FRANCAIS	SEQUENCES LSF
1.	Bonjour, il me dit qu'il pense que tu es malade. Hier, il t'a vu tousser. Demain, je te donnerai un cachet. Après tu passeras un bon WE ! Au revoir.	Bonjour dire'il'je il penser tu malade hier voir tu tousser demain cachet donner'je'tu'y après tu bon weekend au-revoir
2.	Bonjour	bonjour
3.	Il me dit	dire'il'je
4.	Je te dis	dire'je'tu
5.	Tu tousses	tu tousser
6.	Tu toussais	passé-temps tu tousser
7.	Hier tu toussais	hier tu tousser
8.	Tu es malade	tu malade
9.	Tu étais malade	passé-temps tu malade
10.	Hier tu étais malade	hier tu malade
11.	J'arrose la plante	plante je arroser
12.	J'arroserai la plante demain	demain plante je arroser
13.	Il pense	il penser
14.	Demain il pensera que tu es malade	demain il penser tu malade
15.	Il pense que tu tousses	il penser tu tousser

16.	Il pensera que demain tu seras malade	il penser demain tu malade
17.	Je pense qu'il est malade	je penser il malade
18.	Je pense que demain j'arroserai la plante	je penser demain plante je arroser
19.	Il me donne un cachet	cachet un'a donner'il'je'y
20.	Je te donne un verre	verre un'a donner'je'tu'cv
21.	Je te donne un livre	livre un'a donner'je'tu'bco
22.	Il me donne un livre	livre un'a donner'il'je'bco
23.	Il m'a donné un livre	passé_temps livre un'a donner'il'je'bco
24.	Hier il m'a donné un livre	hier livre un'a donner'il'je'bco
25.	Je te donne la lourde caisse	caisse lourd'oo pointeur'a donner'je'tu'oo
26.	J'avance	je avancer'd
27.	La voiture avance	voiture avancer'bh
28.	Au revoir	au_revoir

Tableau 12 : Liste des énoncés proposés aux évaluateurs

Les écrits rendus par les évaluateurs se trouvent en annexe XVI. On observe que la plupart des énoncés ont été compris. Pour certains énoncés les sujets ont donné la phrase d'origine en français à quelques placements syntaxiques près. Ces variations pouvaient laisser l'énoncé juste, comme pour « hier tu étais malade » vs « tu étais malade hier ». D'autres variations posent un problème lorsqu'il y a déplacement entre les propositions principale et subordonnée : par exemple, « demain il pensera que tu es malade » vs « il pense que tu vas être malade demain » laisse supposer que l'absence de rythme prosodique ne permet pas de rattacher « demain » à « penser ». Une fois la prosodie rajoutée, il sera intéressant de faire des tests avec et sans prosodie pour valider cette intuition.

D'autres énoncés n'ont pas été compris soit parce que l'exemple donné est hors contexte, soit parce que le geste réalisé par l'avatar est trop loin du signe attendu ou génère un contresens. Par exemple, « arroser » a été compris comme « huile » ou « faire la sauce ». Dans la mesure où d'autres évaluateurs ont bien compris « arroser », l'explication peut venir soit des signes idiolectaux de la personne qui, dans son cadre familiale, réalise « faire la sauce » comme l'avatar a produit « arrose ». Notons par ailleurs que « arroser » et « huile »

ont la même réalisation manuelle et que l'erreur n'aurait pas été réalisée si l'avatar avait désambiguïisé en utilisant les lèvres. Autant de pistes d'amélioration du signal produit par l'avatar et de tests à réaliser, telle la compréhension avec et sans l'utilisation des lèvres. Ces deux signes étant de *quasi* sosies, il serait également intéressant d'en observer l'interprétation dans un contexte plus large que nos énoncés courts et hors contexte.

Notre propre évaluation

Avant de commencer l'évaluation par des informateurs sourds, nous savions déjà qu'il manquait les éléments de rythmique prosodiques, comme les pauses ou les variations de rythme, sans lesquels les frontières des groupes syntaxiques sont difficiles à identifier. C'est ainsi que les signes temporels ont été rattachés indépendamment à l'un ou l'autre des groupes syntaxiques par les évaluateurs.

Points à faire évoluer

Certains signes sont incorrects, mais nous n'avions pas la possibilité de revenir dessus. Nous étions parti de l'idée que pour la traduction automatique, prendre comme modèle un interprète était une bonne idée. Cependant, les interprètes ne sont pas à l'aise avec l'exercice qui consiste à être filmé pour servir de modèle : ce n'est pas du ressort de leur vocation et d'aucun sont persuadés que les Sourds ne l'accepteraient pas. Nous nous sommes donc rendu compte que certains signes étaient incorrects, que certains mécanismes morphosyntaxiques étaient mal gérés et que certaines règles de grammaire devaient rapidement être nuancées.

Exemple de signe incorrect

Le geste infographique pour ARROSER_{une plante} (Figure 47) a été construit « trop » fidèlement d'après le modèle vidéo de telle manière que la main dominée est restée (3) dans la position finale du geste précédent (1), comme pour renforcer l'accord locatif entre la plante et le fait d'arroser. Les infographistes ont reproduit ce qu'ils observaient, le signe ARROSER accompagnée de ce maintien de la main dominée. Ce n'est qu'en regardant l'avatar que nous nous en sommes aperçu, notamment en faisant « rejouer » ARROSER. Or, dans notre bibliothèque, JE est réalisé de manière neutre (2) ce qui met en évidence l'erreur sur ARROSER. Nous aurions pu souhaiter que, dans ce contexte avec PLANTE, ARROSER se fasse ainsi, pour garder le rappel sur PLANTE mais il aurait fallu que cela soit construit et

non pas donné par défaut. De plus il aurait fallu retrouver cet élément non seulement sur ARROSER mais aussi sur tous les signes entre PLANTE et ARROSER, ici JE.

D'autres incorrections sont à relever. Par exemple les gestes correspondant aux signes ENFANT et UN sont trop amples. Ils sont une bonne reproduction du modèle vidéo et sont corrects dans le contexte des énoncés pour lesquels ils ont été produits. Cependant, pris isolément, ou dans un contexte neutre, il est manifeste que ces gestes sont modifiés par une emphase qui s'avère être prosodique pour ces deux cas. Au-delà de la modification qu'ils comportent, ils subissent une conséquence indirecte au niveau du marquage de leurs bornes : les départs sont positionnés trop haut, au niveau du visage, alors qu'ils devraient se situer devant le torse.

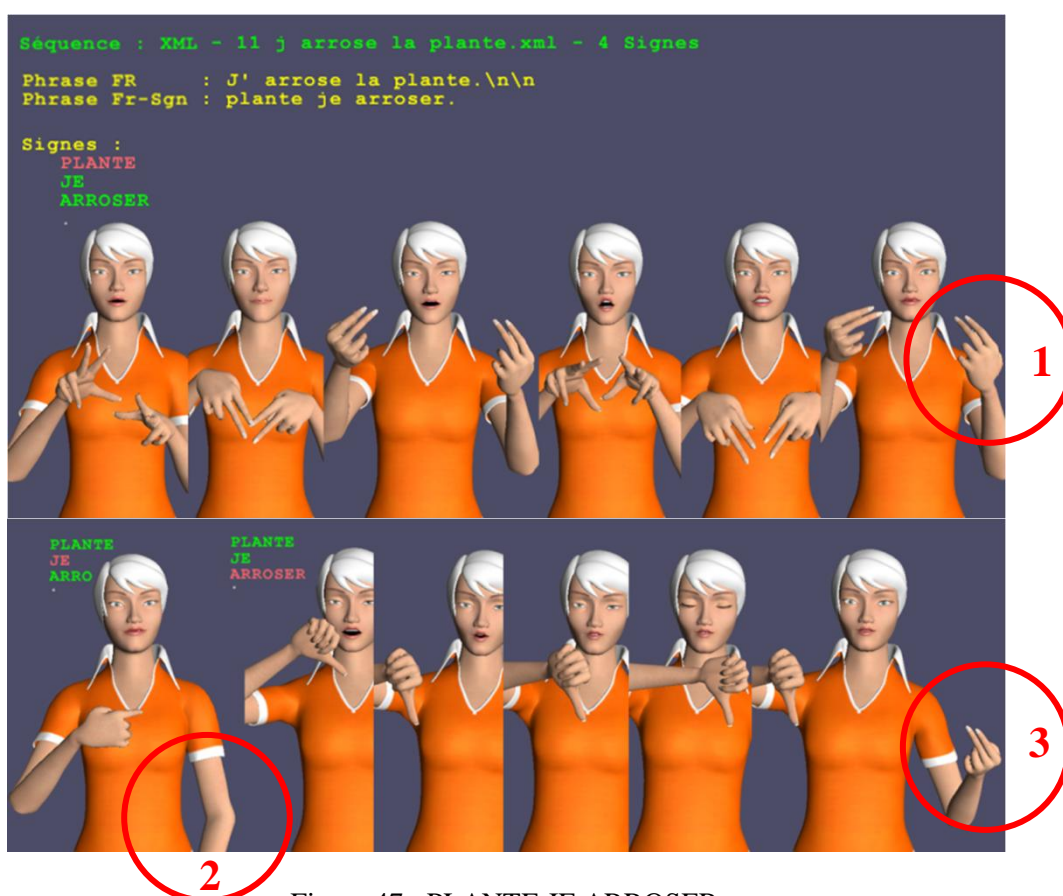


Figure 47 : PLANTE JE ARROSER

Un autre exemple, BON, nous montre un geste extrêmement ralenti. Ce ralentissement n'aurait pas dû être pris en compte pour réaliser le geste correspondant au signe neutre. En réalité, il correspond à la présence du modificateur oVRAIMENT.

Exemple de mécanisme morphosyntaxique mal maîtrisé

Certains signes doivent être contraints du point de vue de l'orientation de la main. Et nous n'y avons pas pensé avant d'avoir les premières interprétations par les évaluateurs : en particulier pour DONNER lorsque l'objet transmis est petit (bouton, cachet, etc.) et fait appel à la proforme « oui » (Annexe X), il est important d'interdire l'orientation de la paume vers le haut pour ne pas signifier DIRE. En effet les deux figures suivantes montrent à quel point les deux signes sont proches, même si celui de la Figure 48 qui montre [il]-DIRE-[je] a une trajectoire plus haute et plus courbée que celui de la Figure 49 qui montre [il]-DONNER(y)-[je].



Figure 48 : [il]-DIRE-[je]

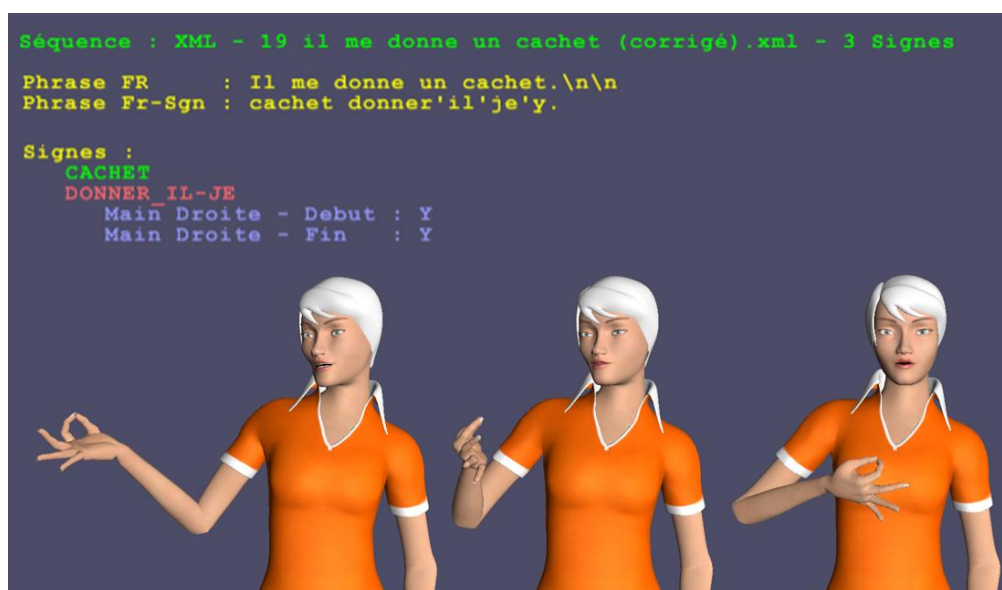


Figure 49 : [il]-DONNER(y)-[je]

Exemple de règle de grammaire à modifier

Nous avons fait le choix de produire le pronom personnel de chaque verbe. Cette lourdeur de style peut être envisagée comme une sorte de sur-correction due à l'écrit ou au système. Il est possible que les utilisateurs s'y habituent ou s'en accommodent. Pour connaître la tolérance du public sur ce sujet, des tests de large envergure seront nécessaires.

En l'état, si la présence du pronom personnel semble être acceptable dans le cadre d'un énoncé court, constitué d'un seul verbe, les vidéos obtenues via l'avatar ont mis en évidence que la redondance du même pronom personnel pour plusieurs verbes au cours d'un même énoncé ne passe pas, comme le met en évidence la Figure 50.



Figure 50 : JE PENSER DEMAIN PLANTE JE ARROSER

Objectifs atteints

Cependant, de notre point de vue, le projet était réussi sur le plan de la chaîne de traitement. En effet, le premier objectif était de faire tourner la chaîne complexe de traitement linguistique pour la traduction. Le second objectif fut rapidement d'en voir la production via l'avatar. Aussi, avant de nous replonger dans la justesse des règles de traduction, nous avons été satisfait de pouvoir entrer un énoncé en français et d'en voir une sortie en LSF.

Ensuite, nous sommes parvenu à formaliser les éléments choisis et à les implanter dans le système de traduction. La production des énoncés via la traduction automatique du français vers la LSF fonctionne. Bien sûr cette appréciation est valable compte tenu du champ d'expérimentation de la thèse, soit sur un corpus très petit (moins de 100 entrées lexicales). Cependant la sortie avatar, compte-tenu des éléments non encore travaillés (gestion des groupes syntaxiques via une variation prosodique et des pauses ; expressions du visage ; etc.), fut pour nous plus que satisfaisante : les gestes sont réalisés de manière fluide, avec une bonne coarticulation.

Du point de vue de l'efficacité de la traduction, les éléments traités par les modules de traitement linguistique et transmis à l'avatar sont effectivement pris en compte par ce dernier, en particulier les modifications des configurations de la main en fonction du contexte syntaxique.

Finalement, nous pouvons dire qu'il existe un moyen économique de transcrire la LSF, que le passage des informations à un moteur de gestes peut se faire et que la mise en forme du signal donne des résultats enthousiasmants.

2 Perspectives

Les objectifs de la thèse sont pleinement remplis puisque nous avons abordé le sujet avec la question suivante : peut-on utiliser une plateforme de traitement automatique des langues, comme celle de *France Telecom*, pensée pour des langues écrites, pour manipuler une langue des signes ? La réponse est positive si l'on n'a pas pour ambition de couvrir l'ensemble des niveaux du discours. Ainsi, nous avons commencé à prendre en compte certains éléments de l'iconicité de la LSF qui se réalisent à travers l'utilisation des proformes et que nous avons modélisés en les associant à des classes nominales ayant des effets sur les constructions verbales. Cette approche utilise des principes de syntaxe traditionnelle que les outils du traitement automatique des langues savent manipuler.

Nous n'avons pas abordé les structures de grande iconicité qui, pour nous, relève d'un type de discours particulier, comme la narration, et pour lequel la traduction automatique reste limitée, quelles que soient les langues abordées. En effet l'ambition reste d'appliquer une traduction automatique à des énoncés en français déjà automatisés comme on en trouve sur les plateformes d'accueil téléphonique automatiques et que nous souhaitons voir également accessibles pour les Sourds locuteurs de la LSF. Dans un second temps, il s'agira de créer des outils automatiques d'aide à la traduction pour des énoncés pouvant faire l'économie de l'utilisation des structures de grande iconicité.

Difficultés rencontrées et limites actuelles

Une difficulté que nous aurions aimé pouvoir surmonter est la pauvreté de notre lexique de travail. En effet, nos possibilités de traduction sont restreintes et sont loin des attentes d'un traitement plus industriel.

Pour notre travail, le frein vers l'élaboration d'un lexique plus important demeure le coût de réalisation des gestes par des infographistes. Si cette voie de production des gestes reste privilégiée, il faudra organiser la production pour la rendre plus économique en décomposant les gestes en catégories de mouvements et de postures afin de produire des bibliothèques réutilisables.

Une autre voie, que nous n'avons pas pu approfondir faute de moyens, est l'utilisation de la *motion capture*. Les outils sont aujourd'hui de moins en moins invasifs et contraignants pour les modèles. Une fois le calibrage terminé, la capture est beaucoup plus rapide que le dessin.

Éléments à travailler

Cette section est particulière dans le sens où les éléments présentés ne proviennent pas de notre connaissance d'un état de l'art précis de l'analyse linguistique de la LSF mais de notre pratique de cette langue et des discussions informelles que nous avons pu avoir entre chercheurs et avec nos informateurs. Cette partie a en effet bénéficié d'une relecture par un Sourd, natif de la LSF et enseignant de LSF qui cautionner l'ensemble des propositions qui suivent.

Nous admettons cependant que nos propositions restent des intuitions, vraies, jusqu'à preuve du contraire et qu'il conviendra nécessairement de confronter à l'état de l'art de l'analyse linguistique avant de les implémenter.

Esthétique et précision des signes

Les premiers éléments à améliorer portent sur la précision de certains gestes de l'avatar. Rappelons que les signes produits par l'avatar n'ont pas pu bénéficier de retouches et, sur notre petit corpus, quelques modifications sont à opérer, en particulier celles que nous avons déjà relevées dans la section 0 du présent chapitre (, p. 188) relatives à notre propre évaluation.

Par ailleurs, pour les configurations, l'orientation du poignet et de la paume devra être gérée par la linguistique et passée comme traits à l'avatar.

Gestion des loci

Notre souhait est également de passer d'un dictionnaire exhaustif sur les oppositions spatiales à un dictionnaire réduit aux racines et aux indications de placement. Il s'agira d'appliquer, à la gestion des loci, le modèle flexionnel utilisé pour gérer les différentes proformes susceptibles d'être associées à une racine verbale. Par exemple, pour le verbe DIRE, nous passerions ainsi d'un modèle¹⁰⁴ qui comporte 36 flexions donc 36 entrées, à un modèle comprenant la racine d'un côté et les différents loci à associer, soit dans notre modèle, 6 loci. Aussi, au lieu d'avoir 36 entrées pour un verbe comme DIRE qui admet deux loci (le locus de départ et le locus d'arrivée), la bibliothèque de l'avatar aura 7 entrées : la racine et les loci applicables.

Pour assurer une meilleure cohérence des références spatiales (loci non conventionnels) entre les différents énoncés d'un même discours, l'ajout d'un moteur de décision est à prévoir. Ce moteur devra gérer les espaces en fonction d'éléments donnés par la syntaxe et prendre en compte les attributions spatiales éventuellement déjà opérées. Pour commencer, nous nous en tiendrons à l'hypothèse suivante : les loci ne sont pas des espaces absolus mais relatifs. Ils s'opposent deux à deux. Aussi, compte tenu de la typologie des verbes que nous avons présentée, la production d'un énoncé ne nécessite pas la mise en référence spatiale de plus de deux actants, l'éventuel troisième actant étant référencé par une proforme et non par un locus.

¹⁰⁴ Voir le Tableau 7, p. 138 (Chapitre III, section 0).

Si deux énoncés se suivent et mettent en scène les mêmes actants, le moteur devra pouvoir gérer cette continuité en utilisant les loci sans avoir à les référencer au préalable à nouveau.

Les déterminants, pronoms personnels et actants

Actants et pronoms personnels

Un discours est généralement constitué de plusieurs énoncés. En français un substantif peut, au cours d'un discours, être ensuite remplacé par le pronom correspondant. En LSF, le substantif n'a pas forcément besoin d'être repris par un pronom personnel : un verbe sans sujet apparent concerne « l'actant en cours ». Or notre modèle génère systématiquement les pronoms personnels. Nous obtiendrions une LSF plus fluide s'ils étaient supprimés lorsque plusieurs verbes successifs concernent un même sujet à l'intérieur d'un même énoncé mais aussi au sein d'énoncés successifs relatant un enchaînement d'évènements.

Par ailleurs, le locuteur étant par défaut « l'actant en cours », le pronom personnel JE ne s'emploie qu'en cas d'ambiguïté ou de volonté d'insister, de démarquer.

Pour les verbes de transmission (par exemple les verbes comme DONNER mais aussi ceux comme DIRE) d'une personne à une autre, lorsque sujet et oblique sont tous deux des tiers anaphoriques, la LSF préfère la prise de rôle (le locuteur, par le déplacement de ses épaules sur l'espace de référence du tiers concerné, devient ce tiers et ses mouvements sont des flux entre lui et l'autre tiers devenu TU) au mouvement partant de l'espace d'un tiers anaphorique à l'autre (où le locuteur reste extérieur à la scène et ses mouvements sont des flux entre sa droite et sa gauche). Aussi la gestion du mouvement des épaules est-elle indispensable à une LSF fluide et naturelle, ce que ni notre grammaire, ni la bibliothèque de l'avatar ne prennent encore en compte.

Déterminants

En LSF, les déterminants déterminent une fois pour toute : il est inutile de les utiliser à nouveau. De plus les déterminants ne sont pas utilisés lorsqu'ils n'apportent rien. C'est bien sûr le cas de l'indéfini mais c'est également le cas du pointeur correspondant à l'article défini. Notre modèle génère systématiquement un déterminant ce qui alourdi considérablement les énoncés obtenus.

De plus, de même que JE, les possessifs ne s'emploient que pour désambigüiser ou pour insister, ils ne s'emploient pas lorsqu'il s'agit de la possession relative au sujet de l'action en cours.

Éléments de prosodie

En l'état actuel de ses capacités, notre moteur d'animation ne reçoit aucune indication pour gérer l'enchaînement des signes si bien qu'il les réalise tous à la même vitesse, suivant le même rythme, et suivant le même temps de liaison. Les éléments que nous souhaitons tester en premier pour améliorer cette partie prosodique sont les clignements des yeux et la variation de rythme.

Clignements des yeux

Pendant la réalisation d'énoncés en LSF, les clignements des yeux ne sont pas aléatoires, comme ils peuvent l'être dans la production d'énoncés à l'oral. Ils marquent les frontières entre les syntagmes et permettent d'identifier des groupes syntagmatiques, à l'instar des groupes de souffle pour l'oral. Les clignements d'yeux ne sont pas réalisés de manière consciente et contrôlée par le locuteur.

Variation de rythme

On retrouve ici les mêmes variations que lors de productions orales, à savoir les pauses et les ruptures de rythmes.

Les pauses correspondent à des retours à une posture neutre (entre deux signes, entre deux syntagmes), à des ralentissements ou des immobilisations.

Lorsqu'il s'agit de marquer la frontière entre deux syntagmes, la pause peut s'accompagner d'un clignement d'œil, mais à l'inverse de ce dernier la pause peut être consciente et contrôlée. Par exemple, elle peut être utilisée, éventuellement rallongée, pour effectuer une vérification du feed-back que donne l'auditeur et/ou être l'occasion de produire une incise.

Gestion du regard lié à l'opposition verbo-nominale

Nous avons discuté à la section 0 (Chapitre II, p. 102) de la possibilité d'un même signe manuel d'être un nom ou un verbe. La différenciation de la nature du signe s'opère par le jeu

du regard : lors de la production d'un nom, le regard reste dirigé vers le co-locuteur, lors de la production d'un verbe le regard précède le lieu de réalisation du signe.

Ce jeu de regard doit être introduit comme marqueur par le moteur de traitement linguistique au moment de l'identification de la nature des signes. Ce marqueur doit ensuite être conservé et transmis comme geste à réaliser au moteur d'animation.

Les modes de phrases (ou de syntagmes) en lien avec les GNM

Par mode de phrase, nous entendons bien sûr les oppositions classiques entre « neutre », « affirmatif », « interrogatif », « impératif », mais nous entendons aussi l'ironie, le doute, etc. En fonction des modes, des traits devront être modifiés : l'intensité du mouvement, du regard, la position relative de la tête, plus ou moins inclinée, par rapport aux épaules, etc.

Les syntagmes présentent également des variations prosodiques en fonction du type de proposition qu'ils représentent : le nom ou son complément ; la condition ; la principale ; l'action par rapport à l'état, etc.

La répétition

La répétition est également un sujet d'étude en soi : quelle répétition est intrinsèque à un signe indépendamment du contexte ? Quelle répétition est relative à un contexte ? Quelle répétition peut être ignorée et quelle répétition est incontournable parce que porteuse de sens ?

Les modificateurs

La question des modificateurs a été abordée d'un point de vue linguistique au chapitre II (Section 0, p. 102). Certains points de recherche mis en avant (Heloir & Kervajan, 2007) ont été illustrés par les instanciations d'Heloir (2008) mais nous regrettons de n'avoir pas pu en faire autant. Dans les travaux futurs, deux types de modifications seront à traiter sur des plans différents : les modifications de premier niveau syntaxique (adjectifs, adverbes), qui peuvent avoir une influence sur l'amplitude ou la rapidité d'exécution d'un signe mais aussi sur le tassement ou l'agrandissement d'une configuration et les modifications sur les strates supérieures (Heloir & Kervajan, 2007).

Cependant, si ces aspects restent intéressants et incontournables d'un point de vue de la recherche linguistique et d'enseignement de la LSF, nous nous autorisons à penser que, suivant le contexte d'application, ce niveau de compétence langagière n'aura pas besoin d'être

pris en compte. Cela est vrai en particulier pour les premiers outils d'accessibilité qui pourront être proposés à l'image des services automatiques actuels utilisant la synthèse vocale pour laquelle la maîtrise est encore loin de permettre d'obtenir ce que la voix naturelle permet. Le style de l'avatar pourra ne pas être parfait. Cela ne doit pas en empêcher son utilisation de la même manière que l'on utilise de plus en plus de voix de synthèse, même imparfaites. L'important est de voir cet avatar rendre accessibles des services et informations aujourd'hui inaccessibles pour les Sourds.

Développements

Les perspectives de développement sont nombreuses et les besoins des Sourds parlent d'eux-mêmes. Du point de vue de la recherche, nous souhaiterions commencer par travailler tous les aspects que nous venons d'évoquer (Section 0, p. 193), ainsi que toutes les autres propositions que nous n'avons pu aborder que sur le plan théorique.

Il serait intéressant de développer des outils d'aide à la compréhension des pages Internet écrites, par exemple une application multimédia qui donnerait l'équivalent d'un mot du français en LSF avec, si besoin, son illustration à travers des exemples. L'application ne montrerait ses propositions que sur demande, exprimée par la sélection des mots à traduire en même temps que la touche « shift » serait enfoncée.

Les logiciels de génération assistée de LSF sont également très attendus pour élaborer des supports de communication qui, au contraire des vidéos, sont modifiables, modulables. Il est urgent de communiquer vers les Sourds (santé, société, culture, enseignement), mais les Sourds veulent eux-mêmes pouvoir s'exprimer sans avoir à prêter leur image comme c'est aujourd'hui inévitablement le cas par le seul biais des enregistrements vidéos : les outils de génération de LSF via des avatars permettraient de produire des discours anonymes, de travailler ces discours, de les évaluer dans le cadre d'examens, etc.

Il serait bon de voir des services pérennes émerger plutôt que d'en rester à la présentation de prototypes, à l'image de celui (Figure 51, p. 199) que nous avons développé pour le compte d'une grande banque au sein d'une petite société qui n'a pas survécu dont la vocation était de poursuivre le travail de cette thèse.

Pour ce service, l'utilisateur clique sur le personnage du bas, dont le discours correspond à ses besoins ou à sa recherche d'information. À chaque clic une nouvelle fenêtre s'ouvre avec de nouvelles indications, à l'image d'une recherche thématique par mots clés.

Un prototype de traduction d'une page web avait également été élaboré pour Orange, où chaque paragraphe pouvait être traduit en LSF. Dans ce cas, la traduction n'avait pas été réalisée par la plateforme TiLT mais à la main par nos soins (Annexe XVII).



Figure 51 : Captures d'écran du prototype de service bancaire

3 Conclusion

Malgré un certain nombre d'imperfection, l'avatar a reçu un bon accueil. De notre côté, nous avons été plus que satisfait de la qualité esthétique du personnage et de la fluidité des animations. Les Sourds eux-mêmes ont réservé un meilleur accueil que celui auquel nous nous attendions : étonnamment, ils se sont montrés très conscients du fait que le produit présenté était le résultat d'un travail d'étude, mené dans un délai court. Aussi, ils ont surtout retenu les perspectives d'accessibilité qui s'ouvraient à eux, confiants dans les améliorations qui ne manqueraient pas d'être apportées. La liste de ces améliorations est longue mais elle ne fait que renforcer l'intérêt des éléments que nous avons exposés au cours de cette thèse en termes de perspectives de développements et de déploiements d'outils pour l'avenir.

CONCLUSION

Si les langues signées n'ont d'abord été appréhendées par le traitement automatique que comme un outil permettant d'éprouver la finesse des mouvements des personnages virtuels, elles ont su inverser la tendance en mettant dans un premier temps la technologie de l'image à leur service puis celles du traitement automatiques dans un second.

Notre succinct état de l'art sur les avatars signants a mis en évidence que le sujet est travaillé en divers endroits de la planète. Et, si nous n'avons pas fait un tour exhaustif de la question, il est malgré tout intéressant de noter à la fois à quel point la technologie dont nous avons bénéficié était avancée et à quel point il est difficile, quelque soit le pays, de passer de l'étape du prototype à celle du déploiement à grande échelle. Cette difficulté n'est pas, de toute évidence, technologique mais survient par manque de moyens.

Notre projet n'a pas dérogé à la règle, malgré les résultats très encourageants que nous avons obtenus. Aussi, au terme de la rédaction de notre thèse, nous sommes très satisfait – et nous emmenons dans notre satisfaction toutes les personnes qui ont accompagné le projet – des résultats obtenus et du créneau sur lequel nous nous étions positionné : la formalisation linguistique, orientée morphosyntaxe, de la LSF en vue de sa génération automatique. De plus, l'interface de communication avec les avatars étant principalement des fichiers au format XML, il nous semble que notre approche, avec le format de sortie qu'elle propose, pourrait être utilisée par de nombreux autres avatars.

Lorsque nous avons commencé notre travail, nous ne pensions pas dépasser le périmètre de la formalisation de spécifications de la LSF pour sa manipulation par le système TiLT de *France Telecom R&D*. En effet, notre ambition était d'aborder la LSF comme l'ont été abordées les langues vocales, avec les mêmes outils de traitement automatique. Les problématiques de mise en forme du signal étant pour nous une simple question de technologie.

Cependant, même si nous avons voulu utiliser le cadre mis en place pour les langues vocales, nous avons rapidement été confronté aux spécificités de la LSF et la compositionnalité morphosyntaxique du modèle qui se dégageait nous a amené à réfléchir sur les modalités de mise en forme du signal. En effet, rentrer dans le système de production morphologique économique de la LSF nécessitait que cette économie se retrouve dans la manière de générer la multitude de variations autour d'une même racine gestuelle du côté de l'avatar. C'est ainsi que nous nous sommes également penché sur les modalités d'interface entre les deux modules, celui du traitement linguistique et celui de la mise en forme du signal, qui avaient été développées de manière indépendante, en s'ignorant l'une l'autre jusqu'à notre arrivée.

Le travail le plus conséquent que nous ayons mené reste la formalisation linguistique. Pour ce faire, nous avons adopté une démarche d'observation de la LSF et avons confronté nos intuitions avec les linguistes ne connaissant pas la LSF mais travaillant aussi sur TiLT au sein du laboratoire de *France Telecom R&D*, avec les linguistes spécialistes des langues signées à l'occasion de conférences mais également à la faveur des rencontres régulières que nous avons avec des informateurs sourds. Cette observation de la LSF, conduite avec l'objectif de délimiter les objets pour pouvoir les manipuler informatiquement, nous a conduit à approfondir les propositions de certains auteurs et à en proposer d'autres. Le point central de notre apport est notre typologie verbale prenant en compte les variations flexionnelles des verbes en fonction des actants référencés par les loci de départ et d'arrivée abordés comme respectivement préfixes et suffixes et par la proforme abordée comme un transfixe. Ensuite, loin de figer la LSF dans une approche purement lexicale et linéaire, notre modèle a également montré la manière dont appréhender certains mécanismes iconiques à l'instar des modificateurs de noms et de verbes dont l'influence n'est pas toujours circonscrite à l'objet qu'ils modifient. Le temps nous a fait défaut pour instancier nos propositions dans la plateforme de traitement linguistique mais le modèle proposé est suffisamment abouti pour le permettre. En effet nous avons poussé la décomposition des signes pour en extraire les racines et les éléments venant la compléter de telle sorte que du point de vue informatique cela revient à traiter un geste racine, enregistré dans la bibliothèque de l'avatar, que ce dernier peut compléter en fonction des éléments qui lui sont transmis. Hors, dans la compositionnalité du geste, il est pour l'heure plus aisé pour un moteur d'animation de prendre en considération tous les éléments qui se comportent comme des transfixes, c'est-à-dire qui viennent se superposer à une base constituée d'une trajectoire entre un lieu de départ et un lieu d'arrivée

définis, que les éléments de variation spatiale qu'il faut traiter de manière exhaustive. Ainsi, tous les éléments de type modification (de la modification syntaxique à la modification de la personnalité de l'avatar, en passant par les modalités discursives) sont appréhendables de la même manière que nous avons traité la proforme transfixe. En effet, l'avatar les traite comme un geste racine complété d'autant de traits.

Du point de vue de l'introduction des éléments de la LSF dans le système, il est évident que nous aurions aimé aller plus loin, au moins jusqu'au traitement des modificateurs. Le travail accompli reste considérable et il a le mérite d'ouvrir la voie aux développements ultérieurs. Deux enjeux importants ont été respectés : utiliser un système pensé indépendamment des spécificités des langues signées (mais qu'il est possible d'ajuster) et respecter la LSF en tant que système très particulier. Enfin, notre objectif de proposer une approche morphosyntaxique capable de prendre en compte la forte modularité et compositionnalité de la LSF a été atteint, avec la perspective de pouvoir également traiter des phénomènes fortement iconiques : modificateurs, localisations, transferts (tours de parole, personnalité et traits physiques, etc.), modalités, etc.

Rappelons, que si nous pensons avoir abordé la LSF pour ce qu'elle est, il faut garder à l'esprit que dans le cadre de la traduction automatique de français vers la LSF, nous obtiendrons des énoncés plus « normés » ou « figés » que ne le ferait un humain en production spontanée. Cependant le fait d'avoir commencé le travail par l'analyse de la LSF, tant du point de vue théorique que du point de vue empirique pour monter vers les graphes sémantiques, a permis l'identification de mécanismes complexes à la LSF. Il est possible que ces derniers ne soient pas mis en jeu par un système de traduction à cause des éléments que peut induire la langue source ou parce que leur traitement entièrement automatisé à grande échelle se révélerait trop complexe mais ils peuvent tout à fait être utilisés par des logiciels de génération assistée, logiciels qui seront, plus que la traduction automatique elle-même, les véritables aboutissements de notre thèse.

RÉFÉRENCES

1 Documents

- AFILS, (2007), Répertoire des Interprètes « Français – Langue des Signes Française » Année 2007, Association Française des Interprètes en Langue des Signes, Paris.
- ALLÈGRE C. (1998), Réponse de Claude Allègre, Ministre de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, à Monsieur Christian Bergelin, député de Haute Saône, Séances de questions au gouvernement, 27 juillet 1998, Paris.
- BANGHAM J.A, COX S. J., ELLIOTT R, GLAUERT J.R.W., MARSHALL I., RANKOV S., WELLS M., (2000), Virtual Signing : Capture, Animation, Storage and Transmission - An Overview of the VisiCast Projet, in IEE Seminar on "Speech and language processing for disabled and elderly people", London England.
- BEBIAN A., (1825), *Mimographie, ou essai d'écriture mimique, propre à régulariser le langage des sourds-muets*, L. Colas, 1978, Paris.
- BÉBIAN A., (1824), *Mimographie, Essai d'écriture des signes naturels*, voir (Renard, 2004).
- BELLUGI, U., POIZNER, H., & KLIMA, E.S. (1983). Brain organization for language: Clues from sign aphasia. *Human Neurobiology*, 2, 155-170
- BONNAL F., (2005), *Sémiogenèse de la langue des signes française : étude critique des signes attestés sur support papier depuis le XVIIIe siècle et nouvelles perspectives de dictionnaires*, Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail.
- BONUCCI A., (1998), *Analyse phonologique et indexation figurative pour une base de données d'entrées lexicales de la Langue des Signes Française*. Thèse de doctorat, Université Lyon 2.
- BOUCHARD D., DUBUISSON C., LELIÈVRE L., POULIN C. (1999), *L'ordre en langue des signes québécoise, colloque de l'ACL*, Queens University, Kingston.
- BOUTET D. & GARCIA B., (2006), Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la langue des signes française (LSF), in *Glottopol 7 : Les Langues des Signes (LS) : recherches sociolinguistiques et linguistiques*, Rouen.
- BOUTORA L., (2006), *Vers un inventaire ordonné des configurations manuelles de la Langue des signes Française*, in *Actes des 26^{èmes} Journées d'Études sur la Parole*, Dinard, France.
- BOUTORA L., (2006), *Une perception catégorielle des configurations manuelles de la LSF ? Définition et caractérisation des unités de l'inventaire des configurations*, actes du Colloque International « Syntaxe, interprétation, lexique des langues signées », Lille 1, France.
- BOUTORA L., (2008), *Fondements historiques et implications théoriques d'une phonologie des langues des signes*, Thèse de doctorat, Université Paris 8.
- BRAFFORT A., FILHOL M. & SEGOUAT J., (2010), *Traitement automatique des langues des signes : le projet Dicta-Sign, des corpus aux applications*, Traitement Automatique des Langues Naturelles 2010 (TALN 2010), session démo, Montréal.

- BRAFFORT A. & DALLE P., (2008), Sign language applications: preliminary modelling. In International journal iUniversal Access in the Information Society (UAIS), Special issue 6/4 Emerging Technologies for Deaf Accessibility in the Information Society (Guest Editors: E. Efthimiou, E. Fotinea, J. Glauert), Springer.
- BRENTARI, D., (1998), A prosodic model of sign language phonology. Bradford Book.
- CHALUDE J. & DELAPORTE Y., (2006), *Gros Signes !*, Les éditions du Fox, Les Essarts-le-Roi.
- CHOI I. & DELHAY C., (1998), *Introduction à la méthodologie en linguistique, application au français contemporain*, Presses universitaires de Strasbourg, Strasbourg.
- CHÉTELAT E., (2006), Vers une formalisation des Gestes Non Manuels intervenant en LSF. Mémoire de Master II Recherche, Université de Provence,.
- CHÉTELAT E., (2010), Les gestes non manuels en langue des signes française, Annotation, analyse et formalisation. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-en-Provence.
- CLARK K., HICKOK G., BATCH L., BELLUGI U., KLIMA E.S., & KRITCHEVSKY M. (1995), Dissociations between Spatially Organized Discourse and Non-Language Spatial Cognition in American Sign Language Following Right Hemisphere Damage, Academy of Aphasia, San Diego, CA.
- COMPANYS M. & TOURMEZ F., (2000), *Dictionnaire 200 signes*, éditions Monica Companys, Angers.
- COMPANYS M., (2003), *La langue des signes française, Mode d'emploi*, éditions Monica Companys, Angers.
- COMPANYS M. & DOMAS T., (2004), *ABC... LSF*, éditions Monica Companys, Angers.
- COMPANYS M. & DOMAS T., (2005), *Ah bon !*, éditions Monica Companys, Angers.
- COOPER, H. M., BOWDEN R., (2009). *Sign Language Recognition: Working with Limited Corpora.*, in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services, Pt III, San Diego, CA, USA*.
- COX S., LINCOLN M., TRYGGVASON J., NAKISA M., WELLS M., TUTT M., ABBOTT S. (2002), *Tessa, a system to aid communication with deaf people*, dans *5th International ACM SIGCAPH Conference on Assistive Technologies (ASSETS 2002)*, Edimbourg.
- CUXAC C., (1983), *Le langage des sourds*, Payot, Paris.
- CUXAC C., (1996), Fonctions et structures de l'iconicité dans les langues des signes ; analyse descriptive d'un idiolecte parisien de la langue des signes française, thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris V, Paris.
- CUXAC C., (2000), La Langue des Signes Française, Les Voies de l'Iconicité, *Faits de Langues*, Vol 15-16, Paris, Ophrys.
- CUXAC C., BRAFFORT A., CHOISIER A., COLLET C., DALLE P., FUSELLIER I., GHERBI R., JAUSIONS G., JIROU G., LEJEUNE F., LENSEIGNE B., MONTEILLARD C., RISLER A., SALLANDRE M.-A., (2001), Projet LS-COLIN. Quel outil de notation pour quelle analyse de la LS ? Actes des 3èmes Journées d'études "*Recherches sur les Langues des Signes*", R-LSF'01, Toulouse.
- CUXAC C., (2002), Rapport de fin de recherche, Projet LACO n°39 « langage et cognition », Université Paris 8. http://www.irit.fr/ACTIVITES/EQ_TCI/EQUIPE/dalle/cognitive/
- CUXAC C., (2004), Phonétique de la LSF : une formalisation problématique, *Actes de La linguistique de la LSF : Recherches actuelles*, 23-24 septembre 2003, Silex, CNRS & Un. Lille 3, Lille.
- CUXAC C., BALVET A. & COURTIN C., (2006), Candidature pour l'appel à projets 2006 destiné aux différentes disciplines des sciences humaines et sociales, Programme thématique en sciences humaines et sociales - Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales, Paris.

- DELAPORTE Y., (2005), Dictionnaire étymologique et historique de la langue des signes française. Origine et évolution de 1200 signes. Tome 1 A-I, Éditions du Fox, Paris.
- DE L'ÉPÉE C., (1784), La véritable manière d'instruire les sourds et les muets, Fayard 1984, Paris.
- DOMAS T., (2001-a), *Enquête à quatre mains*, Bande dessinée, VisuCom, Marseille.
- DOMAS T., (2001-b), *Partition pour un sourd*, Bande dessinée, VisuCom, Marseille.
- DOMAS T., & SOUPOLAI M., (2004), *Silence en la majeur*, Bande dessinée, VisuCom, Marseille.
- DOMAS T., (2005), *Enquête au pays des sourds*, Bande dessinée, Monica Companys, Angers.
- DUBUISSON C. & LACERTE L., (1996), La glose dans la transcription et l'analyse des langues signées, in C. Dubuisson et D. Bouchard (dir.), *Spécificités de la recherche linguistique sur les langues signées*, Montréal: Les cahiers scientifiques de l'Acfas, no 89, p. 127-142.
- DUBUISSON C., LELIÈVRE L. & MILLER C., (1999), Grammaire descriptive de la langue des signes québécoise. Tome 1 : Le comportement manuel et le comportement non manuel, 2e éd. rev. et augm. Montréal : Université du Québec à Montréal, 480, p.
- DUBUISSON C., LELIÈVRE L., LELIÈVRE M., MACHABÉE D. & MILLER C., (2000), Grammaire descriptive de la langue des signes québécoise. Tome 2 : Le lexique, 2e éd. rev. et augm. Montréal : Université du Québec à Montréal, 288, p.
- EMMOREY K. & REILLEY J., EDS, (1995), LANGUAGE, GESTURE, AND SPACE. HILLSDALE, N.J. : LAWRENCE ERLBAUM.
- EMMOREY K. MCCULLOUGH S. & BRENTARI D. (2003), Categorical perception en American sign language, *Language and cognitive processes*, volume 18, issue 1, Psychology press, <http://www.psypress.com/>.
- ENGBERG-PEDERSON, E., (1985), Proformes en morphologie, syntaxe et discours, dans Etudes Européennes en Langues des Signes, EDIRSA, Bruxelles, p. 35-52
- ENGBERG-PEDERSON, E., (1993), Space in Danish Sign Language. The Semantics and Morphosyntax of the Use of Space in a Visual Language. Signum Verlag, Hambourg.
- FISHER S. & GOUGH B., (1978), Verb in American Sign Language, In Sign Language Studies, no 18, p. 17-48.
- FILHOL M. (2008), Modèle descriptif des signes pour un traitement automatique des langues des signes, Thèse de Doctorat, Université Paris-11 (Paris sud), Orsay
- FLORY M. & LAPALU Y., (1989), *Que fait-on à l'école ?*, IVT, Vincennes.
- FOURNIER C., (1999, nouvelle édition 2006), *Le Fournier Signé – Dictionnaire LSF/Français bilingue et informatisé*, Editions du centre nationale de Suresnes, Suresnes.
- GILLOT D., (1998), *Le Droit des Sourds : 115 Propositions, Rapport de Dominique Gillot, Députée du Val d'Oise à Monsieur Lionel Jospin, Première Ministre*, Paris.
- GIROD M., VOURC'H & DUFOUR A.C., (1992), *Le corps*, IVT, Vincennes.
- GIROD M., VOURC'H & DUFOUR A.C., (1993), *La santé*, IVT, Vincennes.
- GIROD M., VOURC'H & DUFOUR A.C., (1994), *L'éducation*, IVT, Vincennes.
- GIROD M., VOURC'H & DUFOUR A.C., (1995), *La maison*, IVT, Vincennes.
- GIROD M., VOURC'H A., POULAIN J.C., GUTIERREZ E. & DUFOUR A.C., (2003), *Dictionnaire bilingue français / langue des signes pour enfants*, IVT, Vincennes.
- GIROD M., (1990, réédition 1998), Dictionnaire de LSF, Tome31 : « Dictionnaire bilingue LSF/Français », Vincennes, Ellipse - IVT.

- GOLDSMITH J. A., (1976), *Autosegmental phonology*. Ph.D. dissertation, MIT, Published 1979 New York: Garland Press. [Reprinted as An overview of autosegmental phonology (chapter 8) in *Phonological theory: the essential readings*.]
- GOUDON, B, RODRIGUEZ R & CACHIN C., (2001), *Signes d'animaux*, Thierry Magnier, Paris.
- GOUDON, B, RODRIGUEZ R & LEJONC R., (2001), *Signes d'émotions*, Thierry Magnier, Paris.
- GOUDON, B, RODRIGUEZ R & TJOYAS A., (2003), *Signes d'indiens*, Thierry Magnier, Paris.
- HELOIR A. & KERVAJAN L., (2007), Hiérarchisation des variations pour la génération des gestes expressifs de communication. *Actes de la conférence TALN-RECITAL 2007*, Toulouse, France.
- HELOIR A., (2008), *Système de communication par agent virtuel - aide à la communication des personnes sourdes*, Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Sud, France.
- IHEDDADENE M., (2007), *Traduction Automatique : étude et réalisation d'un module de génération à partir d'une représentation sémantique interlingue*. Thèse de Doctorat, Université de Provence, France.
- JAUNAY D., (2002), *Mon premier dictionnaire LSF/Français*, Un signe, St-Léger des Bois.
- JOUISON P., (1995), *Ecrits sur la langue des signes française*, éd. établie par Brigitte Garcia, L'Harmattan, Paris.
- KARACOSTAS A., (2001), *Retour sur le congrès de Milan*, Surdités - Revue internationale, Numéro 4, Groupe d'Etudes Spécialisé "Thérapie et Surdités" (GESTES), Paris.
- KERVAJAN L., GUIMIER DE NEEF E. & VÉRONIS J., (2006), Processing of French Sign Language : verbs agreement. In S. Gibet & al. (Eds.), *Lectures Notes in Computer Science (LNCS)*, Springer-Verlag, Berlin.
- KERVAJAN L., (2006), Problèmes de représentation de la Langue des Signes Française en vue du Traitement Automatique. *Actes de la conférence TALN-RECITAL 2006*, Leuven, Belgique.
- KERVAJAN, L., RINFRET J. & VOGHEL A., (2006), Locus : Nature et fonction, Colloque international de la RELQ, 14-15 octobre, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- KERVAJAN L., GUIMIER DE NEEF E. & BRETON G. (2007), Vers un système de traduction automatique : français/langue des signes française, *Revue Traitement Automatique des Langues 2007*, Volume 48 Numéro 3, Paris, pages 31 à 54.
- KERVAJAN L. & VOISIN E., (2007), Analyse et traitement des modificateurs en Langue des Signes Française. Deuxième colloque international de l'AFLiCo *Typologie, Gestes, et Signe*, Lille, 10-12 mai 2007.
- KLIMA E. S., BELLUGI U., (1979), *The signs of language*, Harvard University Press, Cambridge, Londres. (Seconde édition).
- LA BOUVERIE. J.F., HARLEZ F. & VOURC'H A., (2003), *Les signes de Mano* (cédérom), IVT, Vincennes.
- LANG J., (2002), Discours de Jack Lang, ministre de l'Education nationale, Communiqué de presse, 13 février 2002, Paris.
- LAPALU Y., (1998), *Léo, l'enfant sourd*, ARDDS, Paris.
- LAPALU Y., GRANIER M. & BOILEAU X. (2002), *Léo2, l'enfant sourd*, Editions du Fox, Paris.
- LEFEBVRE-ALBARET F. & DALLE P., (2009), Analyse de vidéo en langue des signes : méthodes et stratégies. Dans : ORASIS, Trégastel.
- LEJEUNE F., (2004), *Analyse sémantico-cognitive d'énoncés en Langue des Signes Française pour une génération automatique de séquences gestuelles*, thèse de doctorat, Paris-XI.

- LEJEUNE F., RISLER A., (2004), Traces des opérations langagières et des représentations sémantico-cognitives dans la forme verbale en LSF, Actes des Journées d'études sur la LSF : La linguistique de la LSF : recherches actuelles, Silexicales.
- LIDDELL S., (1990), Four functions of a locus: Re-examining the structure of space in ASL. In C. Lucas (ed) Sign language research: Theoretical issues. Washington, D.C.: Gallaudet University Press.
- LIDDLE S., (2003), Grammar, Gesture, and Meaning in American Sign Language. UK: Cambridge Univ. Press.
- MASCRET B., MOREAU C., (à paraître), Organisation des données dans un observatoire multilingue en langues écrites et signées. Dans Handicap 2010, Paris.
- MARKOWICZ H., (1980), La communauté des sourds en tant que minorité linguistique, Coup d'oeil n°24, CEMS, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- MARTINET A., (1960), *Éléments de linguistique générale*. Armand Colin, Paris.
- MILLER C. (1997), Phonologie de la langue des signes québécoise. Structure simultanée et axe temporel, thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Canada.
- MILLET A., (1997), Réflexions sur le statut du mouvement en LSF – aspects lexicaux et syntaxiques, *LIDIL* N°5, Lidilem – Grenoble III, p, p.11-30.
- MILLET A., (1999), Typologie des signes et structuration du lexique en LSF – réflexion autour de la notion d'Unité Linguistique Intermédiaire, in *Colloque Orage 98, Oralité et gestualité, Communication multimodale, interaction*, S. Santi, I. Guaiatella, C. Cavé et G. Konopczynski eds, L'Harmattan, Paris, p, p. 95-110.
- MILLET A., (2005), Dynamiques iconiques en jeu dans les mécanismes syntaxiques et discursifs en LSF, in A.-M. Parisot, et D. Daigle (dir.), *Surdité et Société : l'interdisciplinarité en réadaptation et en éducation*, Québec.
- MILLET, A. (2006). Le jeu syntaxique des proformes et des espaces dans la cohésion narrative en LSF, in *Glottopol 7 : Les Langues des Signes (LS) : recherches sociolinguistiques et linguistiques*, Rouen.
- MOODY B., (1983, réédition 1998), Dictionnaire de LSF, Tome 1 : « Introduction à l'histoire et à la grammaire de la langue des signes », Vincennes, Ellipse - IVT.
- MOODY B., (1986, réédition 1998), Dictionnaire de LSF, Tome 2 : « Dictionnaire bilingue LSF/Français », Vincennes, Ellipse - IVT.
- MOREAU, C., (en cours), Liens entre les structures linguistiques de la Langue des Signes Française et l'utilisation de l'image et de la vidéo dans la création de dictionnaires numériques, (titre provisoire), thèse de doctorat, Paris-XI.
- MOREAU C., GEFFROY V. & VANBRUGGHE A., (2010), "OCELLES. Observatoire des concepts et lexiques en langues écrites et signées", La Nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation ISSN 1957-0341, no43, Editions de l'INS HEA, Suresnes, p, p. 163-169
- MOUNIN G., (1974), Dictionnaire de la linguistique, Quadrige, PUF, Paris.
- NÈVE F. X., (1996), *Essai de grammaire de la Langue des Signes Française*, Fascicule CCLXXI, Bibliothèque de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège, Belgique.
- NEIDLE C., KEGL J., MAC LAUGHLIN D., BAHAN B., LEE R.G., (2001), The Syntax of American sign Language : Functional categories and hierarchical structure, MIT Press, Cambridge.
- PADDEN C., (1988), Interaction of Morphology and Syntax in American Sign Language. New York : Garland Publishing (1983, thèse de doctorat, Université de Californie).

- PADDEN C., (1990), The relation between space and grammar in ASL verb morphology. In C. Lucas (ed) Sign language research: Theoretical issues. Washington, D.C.: Gallaudet University Press.
- PIZZUTO E. (1986), The Verb System of Italian Sign Language (LIS), In Signs of Life, B. T. Tervoort (ed.), p. 17-31. Amsterdam : Université d'Amsterdam.
- PARISOT A.M., (2003), Accord et cliticisation : l'accord des verbes à forme rigide en Langue des Signes Québécoise, Thèse, Université du Québec, Montréal.
- PRILLWITZ S. L., LEVEN R., ZIENERT H., ZIENERT R., HANKE T. & HENNING J. (1989), Hamnosys. version 2.0 ; hamburg notation system for sign languages. an introductory guide. International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf.
- RENARD M. & DELAPORTE Y., (2003), Aux origines de la langue de signes française : Brouland, Pélissier, Lambert, les premiers illustrateurs 1855-1865, Langue des signes Edition, Paris.
- RENARD M., (2004), Ecrire les signes. La mimographie d'A. Bébien et les notations contemporaines, édition du Fox, Paris.
- RETORÉ C. DE LANGHE O., GUITTENY P., PORTINE H. (2003), Vers un traitement informatique de la syntaxe et de la sémantique de la langue des signes, *TALN 2003*, 11-14 juin 2003, Batz-sur-Mer.
- RISLER A., (1998), L'iconicité en langue des signes et les procédés d'imagerie à la base de la définition notionnelle des catégories grammaticales de nom et verbe, *Cahiers du Centre interdisciplinaire des Sciences du langage*, Vol. 13, p. 121-135.
- RISLER A., (2005), Construction/déconstruction de l'espace de signation, dans : *Atelier TALS, TALN 2005*, 6-10 juin 2005, Dourdan.
- RISLER A., (2006), La simultanéité dans les signes processifs, in Glottopol 7 : Les Langues des Signes (LS) : recherches sociolinguistiques et linguistiques, Rouen.
- SACKS O., (1996), *Des yeux pour entendre, voyage au pays des sourds*, Edition du Seuil, Paris, version originale en Anglais : 1990.
- SALLANDRE M.A., (2003), Les unités du discours en Langue des Signes Française. Tentative de catégorisation dans le cadre d'une grammaire de l'iconicité. Thèse de doctorat de Sciences du Langage soutenue à l'Université de Paris 8.
- SAUSSURE F. DE, (1916), Cours de linguistique générale. Paris: Payot.
- SINTES C, (2010), Antiquité, Vocabulaire bilingue LSF-Français collection Lex'signes, IVT, Paris.
- SLOBIN D. I., HOITING N., KUNTZE K., LINDERT R., WEINBERG A., PYERS J., ANTHONY M., BIEDERMAN Y., THUMANN H., (2003), A cognitive/functional perspective on the acquisition of "classifiers". In Emmorey K. (Ed.), Perspectives on classifier constructions in sign languages (p. 271-296). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- SOWA J., (1984), Conceptual structures : information processing in man and machine, Reading Mass., Addison Wesley.
- STOKOE W.C., (1960), Sign Language Structure : an outline of the visual communication, in *Studies in linguistics*, Occasional Papers n°8, University of Buffalo, Buffalo, New York, USA.
- STOKOE W.C., CASTERLIN D. & CRONEBERG C., (1976, réédition), *A dictionary of American Sign Language*, Silver Spring : Linstok Press.
- SUPPALLA T., (1978), Morphology of Verbs of Motion and Location in American Sign Language. In F. Caccamise & D. Hicks (eds.), *Proceedings of the Second National Symposium on sign Language Research and Teaching*. Coronado, CA, National Association of the Deaf, p. 27-45.

- SUPPALLA, T., (1982), Structure and acquisition of verbs of motion and location in American Sign Language. Doctoral dissertation, University of California, San Diego.
- SUPPALLA T., (1986), The classifier system in American Sign Language. In C. Craig (ed.), *Noun Classes and Categorization*. Amsterdam : J. Benjamins, p, p. 181-213.
- SUTTON V. & GLEAVES R., (1995), SignWriter - The world's first sign language processor. Deaf Action Committee for SignWriting, La Jolla, CA.
- SUTTON-SPENCE R. & WOLL B., (1999), *The Linguistics of British Sign Language: An Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge.
- VALADE R., (1854), *Études sur la Lexicologie et la Grammaire du Langage Naturel des Signes*, Lagrange, Paris réédité par Yau, 1979, Chiu Ming Publishing.
- VALLI C., & LUCAS C., (2002). Linguistics of American Sign Language: Lexicalized Fingerspelling & Loan Signs. Washington, D.C.: Gallaudet University Press
- VAUQUOIS, B., (1975), La traduction Automatique à Grenoble. Document de Linguistique Quantitative 29. Dunod, Paris.
- VERCAINGNE-MÉNARD A., PINSONNEAULT D., (1996), L'établissement de la référence en LSQ : les loci spatiaux et digitaux», in C. Dubuisson et D. Bouchard (dir.) : *Spécificités de la recherche linguistique sur les langues signées*, Les cahiers scientifiques de l'Acfas, Vol. 89, p, p. 61-74, Montréal.
- VISUCOM, (2001-a), *Initiation LSF*, Les éditions VisuCom, Marseille.
- VISUCOM, (2001-b), *Santé*, Les éditions VisuCom, Marseille.
- VISUCOM, (2001-c), *Télécommunication*, Les éditions VisuCom, Marseille.
- VISUCOM, (2002), *Vie quotidienne*, Les éditions VisuCom, Marseille.
- VOISIN E., (2006), Flexion et ordre des Signes en Langue des Signes française, Actes de l'Atelier des Doctorants en Linguistique (ADL05), Paris.
- VOISIN E. & KERVAJAN L., (2007), Typologie des verbes et forme verbale non marquée en Langue des Signes Française : incidences sur l'organisation syntaxique, in actes du colloque international *Syntaxe, interprétation, lexique des langues signées*, Silexicales, 1 et 2 juin 2006, Lille.
- WINKIN Y., (1981), La Nouvelle Communication, Éditions du Seuil, Paris.
- YEATES S., HOLDEN E.J. & OWENS R., (2003), An Animated Auslan Tuition System, In International Journal of Machine Graphics and Vision, Vol. 12, No. 2, p, p.203-214,

2 Cinéma

- CAMERON J., (2009), AVATAR, Film de science fiction utilisant la technologie de motion capture pour mouvoir des agents virtuels ou partiellement virtuels.

3 Internet

- ALIFS.FR, (2006), Site de l'Association Française des Interprètes en Langue des Signes.
Site en ligne : <http://www.afils.fr/>
Consulté le 28-07-2007

AUSLANTUITION.CSSE.UWA.EDU.AU (2004) : The Auslan Tuition System

Site en ligne : <http://auslantuition.csse.uwa.edu.au/>

Consulté le 25-08-2011

DICTASIGN.EU, (2011), Dicta Sign

Site en ligne : <http://www.dictasign.eu/>

Consulté le 5-9-2011

ESBAM.FR, (2007), Site de l'École Supérieur des Beaux Arts de Marseille.

Site en ligne : <http://www.esbam.fr/>

Consulté le 15-08-2007

HANDICA, P.GOUV.FR, (2007), Loi Handica, p.

Site en ligne : <http://www.handica.p.gouv.fr/>

Consulté le 28-07-2007

IRIT.FR, (2004), Inter action Gestuelle

Site : <http://www.irit.fr/AS-IG>

Consulté le 20-8-2011

IVT.FR, (2007), International Visual Theater.

Site : <http://www.ivt.fr/>

Consulté le 15-08-2007

LANGUEDESSIGNES.COM, (2009), Site annuaire des interprètes Langue des Signes Française – Français et Français – Langue des signes Française.

Site en ligne : <http://www.languedessignes.com/ils/>

Consulté le 01-12-2007

L-OUIE.FR, (2007), Combien de malentendant(e)s, 9% de malentendant(e)s selon les rapports officiels.

Page en ligne : http://www.l-ouie.fr/article.php3?id_article=11#top

Consultée le 28-07-2007, (Copyright © 2007-07-28 Webmaster)

LS-COLIN.FR, (2000), Langues des Signes - COgnition, Linguistique, Informatique

Site : <http://www.irit.fr/LS-COLIN/>

Consulté le 20-8-2007

LSF.UNIV-NANCY2.FR, (2002), LSF Lexique, Dictionnaire électronique bilingue de l'université de Nancy.

Site en ligne : <http://www.lsf.univ-nancy2.fr/>

Consulté le 30-07-2007, (prix Argos Denis Diderot 2002)

LSSCRIPT.LIMSI.FR, (2007), Projet "LS SCRIPT", Proposition d'un formalisme graphique pour la Langue des Signes Française dans le contexte de l'enseignement et de la formation.

Page en ligne : <http://lsscript.limsi.fr/>

Consultée le 14-08-2007

SIGNINGSAVVY.COM, (2011), Signing Savvy,

Page en ligne : <http://www.signingsavvy.com>

Consultée le 31-08-2011, (copyright 2011)

SIGNWRITING.ORG, (1996), Sign Writing,

Page en ligne : <http://signwriting.org>

Consultée le 01-08-2007

SIGNWRITING.ORG, (2000), Sign Writing,

Article en ligne : <http://www.signwriting.org/france/france.html>

Consulté le 01-08-2007

SIGNWRITING.ORG/LINGUISTICS, (2007), Sign Writing : linguistics Forum

Page en ligne : <http://www.signwriting.org/forums/linguistics>

Consulté le 01-08-2007

SIGNWRITING.ORG/LINGUISTICS001, (2007), TABLEAU COMPARATIF DES TRANSCRIPTIONS

Article en ligne <http://www.signwriting.org/forums/linguistics/ling001.html>

Consulté le 01-08-2007

TALS.LIMSI.FR, (2011), Portail TALS du LIMSI

Site en ligne : <http://tals.limsi.fr/>

Consulté le 09-09-2011

UFR6.UNIV-PARIS8.FR, (2003), LSF sur le web, Dictionnaire électronique bilingue de l'université de Paris 8.

Site en ligne : http://ufr6.univ-paris8.fr/desshandi/supl/projets/site_lsf/accueil/accueil.php

Consulté le 30-07-2007

UNAPEDA.ASSO.FR, (2005), Évaluation de la situation de l'emploi des personnes sourdes en France métropolitaine.

Page en ligne : http://www.unapeda.asso.fr/unapeda83ope2/article.php3?id_article=89

Consultée le 28-07-2007

UNAPEDA.ASSO.FR, (2008), Dernières données statistiques sur la surdité en France métropolitaine.

Page en ligne : http://www.unapeda.asso.fr/article.php3?id_article=615

Consultée le 02-12-2010

UNI-HAMBURG.DE/PROJECTS, (2004), Université de Hambourg, Hamburg Notation System (HamNoSys).

Site en ligne : <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projects/HamNoSys.html>

Consulté le 01-08-2007

UNI-HAMBURG.DE/HAMNOSYS.CONTENT, (2004), Sommaire HamNoSys, mode d'emploi

Page en ligne : <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HamNoSysErklaerungen/englisch/Contents.html>

Consultée le 01-08-2007

UNI-HAMBURG.DE/SENTENCES, (2004), exemple de codification en HamNoSys.

Page en ligne : <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HNS4.0/HNS4.0eng/34Sentences.html>

Consultée le 01-08-2007

VCOM3D.COM, (2007), Vcom3D incorporation.

Site en ligne : <http://www.vcom3d.com/>

Consulté : 09-07-2007

VISICAST.CO.UK, (2000), Virtual Signing: Capture, Animation, Storage, Transmission

Site en ligne : <http://www.visicast.co.uk/>

Consulté : 12-07-2007

VISICAST.SYS.UEA.AC.UK/ESIGN, (2002), Essential Sign Language Information on Government Networks.

Site en ligne : <http://www.visicast.sys.uea.ac.uk/eSIGN/index.htm23>

Consulté : 12-07-2007

WEBSOURD.ORG, (2007), Websourd

Site en ligne : <http://www.websourd.org>

Consulté le 31-07-2007

WIKIPEDIA.ORG, (2007), Wikipédia

Article en ligne : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Glose>

Consulté le 2-12-2007

YOUTUBE.COM, (2011), You Tube

Site en ligne : <http://www.youtube.com>

Consulté le 31-08-2011

GLOSSAIRE

Arbitraire (du signe)

« Pour Saussure (1916), la relation entre une forme phonétique (signifiant) et ce qu'elle dénote (signifié) n'a rien de nécessaire ou de naturel. Ce caractère contingent du signe linguistique est appelé arbitraire du signe : que la forme phonique /ʃɛvaʎ/ dénote un certain quadrupède herbivore n'est que le résultat d'une convention tacitement acceptée par les locuteurs.

Les contre-exemples opposés à cette vue du signe (onomatopées, mots dérivés par exemple) ne suffisent pas à l'invalider. Plus sérieuse serait l'objection selon laquelle, une fois la convention fixée, la relation signifiant/signifié devient absolument nécessaire. Mais personne ne nie le caractère conventionnel des dénominations d'objets et phénomènes, et c'est en ce sens qu'il faut surtout comprendre le terme arbitraire. »

Nous avons intégralement repris cette définition dans le dictionnaire de la linguistique de Mounin (1974) parce qu'elle permet de conserver la notion, même pour les langues signées, puisque c'est finalement la notion de convention qui prédomine.

Bilinguisme

Il s'agit habituellement du fait pour un locuteur de parler deux langues avec un niveau de compétences sensiblement égal. Dans le cadre de la LSF, la notion de bilinguisme renvoie à l'utilisation d'une langue – la LSF – pour le mode oral et d'une autre – le français – pour le mode écrit.

Classificateur

Signe ou configuration manuelle qui décrit et remplace toute une classe d'objets ayant une forme, une taille, une épaisseur, un état de surface ou même un comportement similaire. Par exemple, la configuration « C » remplace un petit récipient ; le classificateur « long_et_épais » est utilisé pour désigner une bûche, un rôti, etc.

Chérème

Unité minimale de paramétrage du geste, correspondant au phonème des langues vocales.
Terme introduit par Stokoe.

Copule

Sous le terme de copule, nous regroupons volontiers les trois auxiliaires du français : être et avoir pour le présent et aller pour le futur. Cette description est évidemment très réductrice, mais ce qui nous intéresse ici n'est pas de comprendre à quoi servent copules et/ou auxiliaires en français, sinon que le français trouve là le moyen d'organiser un nombre conséquent de ses énoncés autour d'un verbe, alors que la LSF ne le fait pas, du moins pas d'une manière lexicalisée.

Objet non discontinu

Ce sont les objets qui ne sont pas, de fait, catégorisés, c'est à dire qui n'ont pas une seule forme pour une seule dénomination. En LSF, certains adjectifs sont non discontinus dans la mesure où ils peuvent être plus ou moins qualifiant à la mesure de l'intensité que veut faire porter le locuteur, cette intensité pouvant varier en continu de l'insignifiant à l'intensité maximale.

Dactylogogie

Alphabet manuel où les lettres signées sont celles de l'alphabet latin (pour les langues des signes utilisées dans les pays où l'écriture est basée sur l'alphabet latin). Chaque lettre de la langue écrite correspond à une configuration manuelle. La liste des configurations est disponible en annexe X.

Double articulation

La formation des énoncés linguistiques s'articule sur deux niveaux. Le premier niveau est celui des morphèmes dont la liste est finie mais dont les énoncés qu'il peut produire sont infinis. Les [morphèmes](#) sont des unités minimales de sens qui s'articulent eux-mêmes autour des unités minimales non significatives mais distinctives que sont les [phonèmes](#). Ces derniers constituent les unités de seconde articulation.

Français signé

Le français signé se caractérise par l'utilisation de la syntaxe du français pour agencer les gestes dans le même ordre que le français. La conséquence est une surabondance de signes que l'on ne rencontre habituellement pas en LSF : [je], [être], [mais], [si], etc.

Geste

Un geste est un ensemble de paramètres (mouvements, posture, forme de la main, etc.) à partir desquels un signe (linguistique, de la LSF) est construit. Un geste est un signe si l'ensemble des paramètres suffit à créer du sens. Nous employons « signe » pour renvoyer à la dimension sémantique lorsque le geste produit donne du sens. Nous employons « geste » lorsque le propos décrit la réalisation gestuelle. Pour illustrer le propos, là où le locuteur voit et comprend un signe, notre avatar produit un geste. Ainsi un geste peut correspondre à un signe, mais il peut également correspondre à une partie du signe, que cette partie soit ou non porteuse de sens.

Enfin, un geste linguistique n'est pas forcément un signe, il s'oppose simplement à un geste non linguistique (se gratter l'oreille, se frotter l'œil, se passer la main dans les cheveux ; etc.)

Gestème

Autre nom du [chérème](#), équivalent du [phonème](#).

Iconicité

Une définition classique de l'iconicité d'image est l'existence d'un lien de ressemblance direct, plus ou moins étroit, entre la chose du monde, le référent, et le signe qui s'y rapporte. (Sallandre 2003)

Kinème

Unité minimale de sens, correspondant au [morphème](#) des langues vocales. Terme introduit par (Stokoe, 1960).

Locus / loci

Un locus est une place référencée dans l'[espace de signation](#) pour articuler les actants et le verbe. Cet espace réservé fonctionne comme d'autres types de pronoms mais ils peuvent prendre corps simplement à travers le fait que l'action est faite dans un espace précis et qu'un objet (objet ou personne) est manipulé dans cet espace.

Modificateur

Morphème venant modifier les caractéristiques sémantiques d'un objet. Pour un nom, il peut s'agir d'un adjectif, pour un verbe d'un adverbe.

Morphème

Unité minimale de signification que l'on peut obtenir lors de la segmentation d'un énoncé sans atteindre le niveau phonologique. Les morphèmes constituent les unités de la première articulation, alors que les [phonèmes](#) sont les unités de seconde articulation. Un énoncé comme « les boxeurs souffrent » est constitué de 7 morphèmes : le+s+box+eur+s+souffr+ent. On distingue les morphèmes lexicaux, appartenant à une liste ouverte (box-, souffr-), et les morphèmes grammaticaux, ou liés, appartenant à une liste fermée (le,-eur,-s,-ent).

Oralisme

Procédé de rééducation fonctionnelle de la parole chez le sujet sourd avec comme priorité l'acquisition de la langue orale nationale (le français pour les français) comme langue première. Pour la personne sourde oraliser consiste à produire et maîtriser un objet abstrait : le son.

Phonème

Élément minimal distinctif mais non signifiant, non segmentable, de la reproduction phonologique d'un énoncé, et dont la nature est déterminée par un ensemble de traits distinctifs. Dans la mesure où les langues des signes répondent également au principe de la [double articulation](#) (Stokoe, 1960), ce terme leur est également applicable considérant que le rapport du phonème à la phonétique est une spécificité des langues vocales.

Prédicat

Le prédicat est l'élément syntaxique (un morphème, un syntagme) qui porte ce qui est dit ou commenté au sujet d'une personne, d'une chose, etc.

Proforme

Le genre de proforme – pour la LSF – est encore flottant. Nous avons fait un choix logique : d'une part, le genre de forme est féminin et d'autre part « proforme » n'est pas un mot

nouveau puisqu'il est déjà utilisé dans le cadre de la grammaire du français. Il s'agit donc d'une proforme.

La proforme est donc un pronom dont la particularité est de varier morphologiquement en fonction des [modificateurs](#) qui ont affecté le nom dont elle fait référence.

Référent

L'objet concret, réel dont on parle.

Signe

Équivalent du mot des Langues Vocales pour les Langues des Signes.

Signer

S'exprimer en langue des signes.

Signant

Locuteur qui utilise la langue des signes pour communiquer avec son entourage.

Signation (espace de)

L'espace de signation est l'espace utilisé par le locuteur pour signer.

Signifiant

Partie matérielle ou physique du signe, pris dans son acception la plus large.

Signifié

Partie conceptuelle ou notionnelle du signe, pris dans son acception la plus large.

Structure de Grande Iconicité

Ensembles complexes pour lesquels les mécanismes iconiques sont mis en place non seulement au niveau des mains mais également sur l'ensemble du corps du locuteur

Télétexte

Outil télévisuel, qui permet aux personnes sourdes, ou en difficulté de compréhension de la langue orale locale, d'accéder à l'information par l'écrit, sans éliminer les dialogues ni les

ambiances sonores d'origine. Il donne accès librement à des pages d'informations ou à un sous-titrage plus ou moins adapté. L'outil est transparent pour les autres téléspectateurs.

Transfert

Sans le cadre de la LSF, le transfert est le fait pour le locuteur de se mettre à la place de ce dont il parle ou de celui qui parle. Ainsi, au cours de l'énoncé le locuteur devient tour à tour les personnages de l'histoire en cours. Le sens de « personnage » est à prendre dans un sens élargi puisqu'il peut s'agir d'objets – une balle de golfe, une pierre, une voiture... – personnifiés, notamment grâce à l'utilisation des [Structures de Grande Iconicité](#)

Triangle sémiotique

Le triangle sémiotique schématise la distinction de trois composantes du signe linguistique : le [réfèrent](#) (l'objet réel dont on parle), le [signifié](#) (le concept) et le [signifiant](#) (la forme concrète, perceptible à l'oreille).

Zoom (effet de)

Il s'agit d'un mécanisme qui consiste à poser les [proformes](#) reprenant la forme de l'objet à zoomer et d'écarter les mains suivant un mouvement arqué signifiant l'ouverture.

Le zoom pourrait être traduit par les locutions du type « à l'intérieur duquel il y a », « à l'intérieur duquel il se passe », etc.

Doctorat Aix-Marseille Université délivré par l'Université de Provence

École Doctorale Cognition, Langage, Éducation ED 356

Mention Traitement Automatiques des Langues

UMR 6166 LIF – Équipe TALEP

Numéro attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

THÈSE – ANNEXES

Pour obtenir le grade de

Docteur en Sciences du Langage

Discipline : Traitement Automatique des Langues

Thèse soutenue publiquement

par

Loïc Kervajan

Le 9 décembre 2011

Contribution à la traduction automatique Français / Langue des Signes Française (LSF) au moyen de personnages virtuels

Contribution à la génération automatique de la LSF

Directeur de thèse : **Jean Véronis**

Co-directeur : **Émilie Guimier De Neef**

Composition du jury :

Christian Retoré,	Professeur, Université de Bordeaux 1	Président - Rapporteur 1
Denis Delfitto,	Professeur, Université de Vérone, Italie	Rapporteur 2
Jean Véronis,	Professeur, Université de Provence, Aix	Directeur
Émilie Guimier De Neef,	Chercheur, France Telecom R&D, Lannion	Co-directeur

SOMMAIRE

Sommaire.....	2
Annexe I Position de Claude Allègre.....	3
Annexe II Discours de Jack Lang	4
Annexe III Historique	7
Annexe V Sign Writing	16
Annexe VI HamNoSys	20
HamNoSys, exemples de codification	20
HamNoSys, niveaux de claviers pour la saisie des codes	22
HamNoSys, autre mode de saisie, via une interface	23
Annexe VI Comparaison des systèmes.....	24
Annexe VII Partition LS-Colin	26
Annexe VIII Alphabet Phonétique	27
Annexe IX Dactylogogie	28
Annexe X Les Configurations.....	29
Configuration de la main selon Nancy	29
Configurations utilisées par notre système	30
Synthèse sur les inventaires de configuration.....	32
Nos configurations comparées à celles proposées par Cuxac	34
Annexe XI Liste des symboles	46
Symboles catégoriels.....	46
Symboles terminaux.....	46
Annexe XII Exemple d'un énoncé traduit par TiLT	47
Annexe XIII Lexique implémenté dans TiLT	52
Annexe XIV Bibliothèque de l'avatar	61
Annexe XV Liste des sorties XML sauvegardées	63
Annexe XVI Résultats de l'évaluation.....	71
Annexe XVII Traduction d'une page Web d'Orange	75

Position de Claude ALLEGRE, Ministre de l'Éducation Nationale, discours du 27 juillet 1998

Discours sur

- la situation des jeunes sourds et les difficultés quotidiennes auxquelles ils sont confrontés ;
- l'intérêt qu'il y aurait à reconnaître et à enseigner la langue des signes française.

Le 27 juillet 1998, Claude ALLEGRE, Ministre de l'Éducation Nationale, de la recherche et de la technologie, a adressé la réponse suivante à Monsieur Christian BERGELIN, député de Haute Saône, qui lui avait adressé une question sur l'enseignement bilingue et sur la reconnaissance de la LSF.

Vous avez bien voulu appeler mon attention sur la situation des jeunes sourds et les difficultés quotidiennes auxquelles ils sont confrontés, ainsi que sur l'intérêt qu'il y aurait à reconnaître et à enseigner la langue des signes française.

L'intégration des élèves présentant un handicap, et notamment un handicap auditif, en milieu scolaire ordinaire constitue une des priorités de la politique du ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie qui, dans le prolongement de la loi du 30 juin 1975 en faveur des handicapés et de la loi d'orientation sur l'éducation du 10 juillet 1989, s'est attaché à mettre en place des actions visant à favoriser la scolarisation de ces élèves au collège et au lycée.

La scolarisation de ces élèves passe par l'existence d'un niveau minimum de communication et de maîtrise de la langue française. Elle suppose aussi que puisse s'exercer pour eux et pour leurs familles le choix du mode de communication.

En effet, la loi n° 91-73 du 18 janvier 1991 précise dans son article 33 que : "dans l'éducation des jeunes sourds, la liberté de choix entre une communication bilingue - langue des signes et français - et une communication orale est de droit". Le décret n° 92-1132 du 8 octobre 1992 et la circulaire n° 93-201 du 25 mars 1993 précisent les conditions d'application de l'article 3 et notamment les conditions du choix de l'exercice du mode de communication.

Le mode de communication bilingue se caractérise par l'apprentissage et l'utilisation de la langue des signes française en association au français. Elle inclut la communication orale dont l'apprentissage et l'utilisation visent à la pleine maîtrise de la langue française en s'appuyant sur un ensemble d'aides techniques en particulier les prothèses auditives, le langage parlé complété (LPC), la méthode verbo-tonale. La circulaire n° 87-273 et 87-08 du 7 septembre 1987 sur l'organisation pédagogique des établissements publics, nationaux, locaux et des établissements privés accueillant des enfants et adolescents atteints de déficience auditive sévère ou profonde indique que la démutisation et l'apprentissage du langage oral par tous les enfants sourds sont des impératifs pédagogiques absolus.

La langue des signes est toujours utilisée associée au français et ne peut être étudiée pour son seul objet.

Cette position s'appuyant sur la réglementation en vigueur édictée conjointement avec le ministère de l'emploi et de la solidarité dont elle rejoint la préoccupation en ce domaine, a été exprimée à de nombreuses reprises dans les groupes de travail en partenariat mis en place par la délégation interministérielle aux personnes handicapées.

En outre, il apparaît que cette demande ne reflète pas la position de l'ensemble du mouvement associatif regroupant des personnes atteintes de handicap auditif. Nombre de familles sont convaincues que l'intégration impose l'apprentissage et la maîtrise des techniques de lecture labiale, de la méthode verbo-tonale, du français signé ou du langage parlé complété.

Il n'est pas envisagé actuellement de reconnaître la langue des signes française comme une langue vivante.

Discours de Jack Lang, ministre de l'Éducation nationale du 13 février 2002

C'est avec un immense plaisir que nous vous recevons aujourd'hui pour évoquer la langue des signes française. Nous sommes ensemble pour ouvrir des perspectives. Nous souhaitons ainsi réparer symboliquement une injustice ancienne. Pour cela, une brève évocation de ce passé compliqué est nécessaire.

Une histoire douloureuse :

On a caricaturé la langue des signes. Elle a été frappée d'interdiction, il y a plus d'un siècle maintenant, au Congrès de Milan. Elle a été ensuite plus ou moins tolérée, avec condescendance. Les parents et les associations qui choisissaient ce mode de communication ont dû forcer le trait. Les positions se sont figées: les excès des zéloteurs et des contempteurs ont empêché tout progrès raisonnable.

La caricature reposait sur deux jugements à l'emporte pièce :

- seuls les sourds apprennent la langue des signes : elle n'est donc pas un facteur d'intégration à la communauté nationale ;
- ... ce n'est pas une langue ! elle n'a pas d'écriture, pas de littérature, elle n'est l'expression d'aucune culture.

A la fin du XIX^{ème} siècle, on insinuait plus sournoisement que ce mode d'expression gestuelle était dangereux, sensuel peut-être, immoral sans doute.

Tous les enfants sourds devaient donc apprendre à parler, que leurs parents l'aient ou non choisi. Ils devenaient ainsi, très souvent, victimes des excès, voire de la violence de leurs éducateurs. Au fil du temps, les passions se sont apaisées. Les positions se sont précisées et approfondies. De nouvelles techniques et de nouvelles aides sont apparues, tant pour l'acquisition du français que pour la langue des signes. Nous y reviendrons.

Un débat apaisé :

Le droit à l'usage de la langue des signes française est reconnu par l'article 33 de la loi du 18 janvier 1991 portant diverses mesures d'ordre social. Cet article définit clairement ce que recouvre la notion de bilinguisme dont on ne perçoit pas toujours toutes les implications. C'est la raison pour laquelle, le terme a été utilement précisé par un décret de 1992 et par une décision du Conseil d'Etat de 1994.

Chaque famille a donc le droit de choisir le mode d'éducation de son enfant sourd : soit le français (oral et écrit) soit la langue des signes associée au français écrit et oral. Tels sont les principes.

Soyons clair : toute définition du bilinguisme qui éliminerait la référence théorique au français oral nous replongerait immédiatement dans les impasses anciennes.

L'importance du français :

Avant de vous présenter concrètement la démarche que nous avons adoptée pour la langue des signes, je souhaite également saluer et rendre hommage aux parents et aux associations qui font prioritairement le choix de l'acquisition du français oral et écrit. Ils ont administré la preuve qu'une éducation bien adaptée, assortie de toutes les aides thérapeutiques nécessaires, permettait à de jeunes enfants sourds d'acquérir une langue orale de qualité. L'invention du langage parlé-complété (L.P.C) qui donne une efficacité extrême à la lecture labiale, permet une réception visuelle précise et naturelle de la langue française parlée. Cette dernière est ainsi totalement accessible au jeune sourd. Les choix éducatifs s'opèrent donc dorénavant sur des bases solides.

Le développement de la langue des signes :

Les raisons qui plaident pour le développement de la langue des signes française sont aujourd'hui de trois ordres.

- une légitimité éducative. Il s'agit de répondre aux besoins de communication de très jeunes enfants, sourds sévères pour la plupart.

- une légitimité pédagogique. Il convient d'organiser, tout au long de la scolarité, un enseignement en langue des signes ou une reprise partielle, en langue des signes, des cours traditionnels. Il faut aussi intégrer des épreuves en langue des signes dans les diplômes nationaux. On doit enfin envisager un diplôme spécifique de compétences sur le modèle des diplômes de langues étrangères.

- une légitimité culturelle. Donnons acte aux sourds et à la communauté nationale de la dimension esthétique de cette langue !

Depuis de nombreuses années le théâtre, puis le cinéma, ont permis au grand public de découvrir cette langue gestuelle, d'une précision extrême, et qui recèle une puissance plastique indéniable.

Que proposons-nous ?

J'ai demandé que l'on réalise un " référentiel " de compétences des élèves en langue des signes. Ce sera le préalable indispensable à l'élaboration d'un diplôme pour les professionnels qui l'enseignent.

Cet outil permettra de mesurer les progrès de ce savoir-faire dans les situations les plus diverses : communiquer sur des sujets familiers ou dans la vie quotidienne, s'exprimer sur des sujets élevés, émettre des opinions etc.

On aura garde d'oublier que la langue des signes n'a pas d'écriture. Cela impose d'importantes adaptations.

Ce faisant, une langue des signes de qualité (et il nous faut garantir une qualité qui n'est pas aujourd'hui assurée partout) permet, par exemple, l'accès aux énoncés les plus abstraits de la philosophie ou des sciences. Il n'y a pas de limite à son emploi.

Un groupe de travail a été constitué, animé par Madame Christiane FOURNIER, dont les compétences en ce domaine sont unanimement reconnues, et par Monsieur Bernard CERQUIGLINI, président de l'Observatoire de la lecture et vice-président du Conseil supérieur de la langue française. Je les remercie chaleureusement pour leur aide.

Pour donner une assise incontestable à ce travail, nous avons choisi le cadre de références pour les langues conçu par le Conseil de l'Europe. Le " Centre international d'études pédagogiques " de Sèvres nous a aidé à inscrire la langue des signes française dans le porte-folio européen des langues.

Je donne la parole quelques instants à Madame Christine TAGLIANTE, du CIEP de Sèvres, pour qu'elle nous présente ce cadre européen de référence pour les langues vivantes. Nous demanderons ensuite à Madame Christiane FOURNIER, professeur honoraire au Centre national d'études et de formation pour l'enfance inadaptée de Suresnes, de nous présenter l'outil pédagogique et sa prochaine expérimentation auprès d'un millier d'élèves sourds.

L'expérimentation conduite auprès d'un millier d'élèves fera l'objet d'une étude attentive. Une prochaine circulaire pédagogique permettra de présenter et de développer toutes les options pour l'éducation des jeunes sourds. La langue des signes, le langage parlé complété et les autres techniques de communication seront évoquées dans un nouveau souci d'équilibre.

La science pédagogique est aride. La langue des signes a tout à gagner de ce surcroît de rigueur. Mais c'est aussi une langue singulière, belle, émouvante, unique dans sa forme et ses principes.

Nous avons demandé à l'International Visual Théâtre et à Emmanuelle LABORIT de nous offrir un moment de spectacle pour illustrer cette dimension esthétique.

Je la remercie, et avec elle les trois acteurs qui l'accompagnent, de nous donner, en avant première, un extrait de " Pour un oui, pour un non " de Nathalie SARRAUTE.

<http://www.education.gouv.fr/discours/2002/signe.htm>

Et, pour d'autres lois <http://membres.lycos.fr/anpes/Lois/lois.html>

Introduction

Il ne s'agit pas, ici, de reprendre tout ce qui est répété quasi systématiquement dans les ouvrages, notamment la question de l'histoire de la langue des signes et de la communauté sourde. Pour un historique culturel et social, nous recommandons les lectures suivantes :

- Le mémoire de maîtrise de Déborah Vayrette : « **La variété des " mises en signes " dans la Langue des Signes Française** », Aix-en-Provence, Lettres modernes, 2002, dans lequel elle développe très clairement les questions de l'histoire et de l'iconicité. Le développement n'est pas exhaustif - les références bibliographiques sont là pour plus de précisions - mais il est clair et concis.
- Le Dictionnaire de LSF, Bill MOODY, Ellipse, IVT, Vincennes, 1983. Tome 1 « **Introduction à l'histoire et à la grammaire de la langue des signes** », dans lequel on pourra s'attarder sur une présentation de l'histoire des sourds et de leur langue mais aussi sur la première¹⁰⁵ tentative de description grammaticale de la langue.
- « **Des yeux pour entendre, voyage au pays des sourds** », Oliver SACKS, Edition du Seuil, 234 pages, mai 1990 et 1996 pour la traduction française. L'intérêt de cet ouvrage remarquable est que l'auteur adopte la démarche – et s'y tient jusqu'au bout – du néophyte qu'il est au début de son travail d'investigation.

Historique général

Au XVII^{ème}

Pablo Bonnet écrit le premier livre sur l'éducation des sourds (1620 – Espagne).

Au XVIII^{ème}

Etienne de Fay (début XVIII^{ème} - France) crée la première école pour sourds qui disparaît à sa mort. C'est un sourd-savant. Il est la démonstration que les sourds ne sont pas voués à la débilité.

Pierre Desloges, sourd, écrit « observations d'un sourd-muet » ; au niveau psycholinguistique cela signifie et apporte la preuve que les sourds pensent...

¹⁰⁵ La première, si l'on ne tient pas compte des travaux des siècles antérieurs (Bonnet, L'Abée de l'Epée...).

L'abbé de l'Épée¹⁰⁶, crée une école pour sourds de tout milieu social. C'est le premier qui observe rigoureusement les signes (il a même parfois une approche de linguiste très précurseur) et qui les utilise tant pour communiquer que pour enseigner. Il est le premier qui met en avant la reconnaissance et l'acceptation de la LS comme outils de communication indispensable au sourd, tant pour la communication entre les personnes que pour véhiculer un savoir. On viendra de toute l'Europe pour se former et ouvrir des écoles similaires. Il ira un peu trop loin en inventant les signes méthodiques qui ne sont que des rajouts coupant net la fluidité de la langue pour en faire une sorte de SUR-français signé.

A la révolution, le gouvernement vote la prise en charge de l'école par l'État. L'école deviendra l'institut St-Jacques qui existe encore à Paris.

L'Abbé Sicard succède à l'Abbé de l'Épée. Deux de ses élèves sourds deviendront professeurs : Massieu et Laurent Clerc.

Au XIX^{ème}

Thomas Gallaudet, vient en Europe et convainc **Laurent Clerc** de le suivre aux Etats-Unis pour y créer la première école sourde américaine (d'où la très forte parenté entre la LSF et l'ASL – American Sign Language)

L'Abbé Bébien, directeur de l'Institut St-Jacques, cherche une écriture de la langue des signes.

L'Abbé Lambert et **Joséphine Brouland** publient des répertoires de signes.

Rémi Valade fait une étude de la grammaire de la LSF (1854).

1880 – La déchirure – le congrès de milan, grâce aux manipulations des oralistes (opposés à la langue des signes qu'ils jugent – ou décrètent - indécente et stérile quant aux apprentissages), décrète l'interdiction de la LSF dans l'enseignement, l'adoption de la méthode orale pure. Le congrès de Milan n'est pas suivi par les Américains mais « la Vieille Europe » restera très influente, même si les écoles des États-Unis en associant gestes et oralité ne renient pas les signes.

... s'ensuit une clandestinité des mains pendant 100 ans.

Au XX^{ème}

1900, L'année symbole de la Belle Époque offre à Paris l'accueil du 2e congrès international des sourds.

1903, Fondation de l'Union nationale des sociétés de Sourds-muets à Paris.

1908, Naissance de l'Écho des familles, ancêtre de l'actuel Écho magazine, mensuel des Sourds et des malentendants.

¹⁰⁶ « **L'abbé de l'Épée** » - Maryse Bézagu-Deluy, Editions Seghers. 349 pages. 1990.

1924, Organisation des premiers Jeux olympiques des Sourds à Paris.

1925, Naissance de la Fnisaf (Fédération nationale des instituts de sourds et d'aveugles de France).

1926, Premier salon international des artistes silencieux de France.

1933, 17.000 sourds allemands sont stérilisés selon une loi promulguée par le chancelier Adolf Hitler.

1937, Pour la première fois dans toute l'histoire du cinéma français un sourd (Maurice Humbert) joue un rôle dans un film (Chérubini de Léon Mathot).

1939- 1945, Durant la Seconde Guerre mondiale, des milliers de sourds sont transférés puis exterminés dans des camps de concentration.

1948, Naissance de l'Anpeda (Association nationale des parents d'enfants sourds) et du Bucodes (Association des devenus sourds).

1951, Naissance de la Fédération mondiale des Sourds.

1959, La loi Buron autorise les sourds à passer le permis de conduire.

1962, Sortie du film américain Miracle en Alabama d'Arthur Penn qui raconte la vie d'Helen Keller, sourde- muette- aveugle.

1970, Première émission religieuse en Langue des signes retransmise à la télévision.

1973, Constitution de l'Unisda (Union nationale pour l'intégration sociale des déficients auditifs) afin de représenter auprès des ministères l'ensemble des associations et organismes français de sourds.

1975, Premier journal télévisé hebdomadaire sur Antenne 2 interprété en LSF.

La loi d'intégration incite les enfants sourds et malentendants à se tourner vers l'Éducation Nationale. Mais en l'état, toujours sous le joug de Congrès de Milan, les élèves sourds en intégration souffrent d'isolement.

1976, Création d'un laboratoire linguistique et sociologique pour l'étude de la LSF.

1977, Levée de l'interdiction de la LSF dans l'enseignement par le ministère de la Santé.

Création de l'IVT (International visual theater), centre socioculturel des Sourds, au château de Vincennes.

Premiers cours de LSF (à IVT – Paris).

1978, Un groupe d'une trentaine de sourds, parents et professionnels se rendent à l'université de Gallaudet où ils redécouvrent l'héritage français laissé aux sourds américains à la fin du XIXe siècle par le sourd Laurent Clerc.

1979, Naissance de l'Académie de la Langue des signes française (ALSF).
Première personne s'exprimant plein cadre en LSF à la télévision : Marie-Thérèse L'Huillier- Abbou sur Antenne 2, dans l'émission *Mes mains ont la parole*.

1980, Création de l'association 2LPE (Deux langues pour une éducation) pour la promotion de l'éducation bilingue.

1982, Adaptation française de la pièce américaine de Mark Medoff, *Les enfants du Silence* à Paris.

1982, 1^{er} congrès national sur l'éducation bilingue de l'enfant sourd, à Toulouse.

1983, Première apparition du sous-titrage Antiope à la télévision.

Parution du premier livre de linguistique consacré à la LSF : *Le langage des Sourds* de Christian Cuxac (éditions Payot).

Publication du tome 1 du *Dictionnaire bilingue élémentaire de LSF* par l'IVT.

1985, Lancement officiel du Minitel Dialogue, surnommé « le téléphone des sourds ».

1986, L'actrice sourde américaine, Marlee Matlin, obtient l'Oscar d'interprétation féminine pour son rôle dans le film *Les enfants du silence* de Randa Haines.

Marche nationale pour les droits des sourds organisée à Paris par le Mouvement des Sourds de France en collaboration avec IVT, ALSF et 2LPE.

1988, Mobilisation générale des étudiants sourds de l'université de Gallaudet pour la nomination d'un président sourd.

1989, Bicentenaire de la mort de l'Abbé de l'Epée : grande marche à Paris, expositions à la Sorbonne et parution d'un catalogue.

Naissance du groupe Sourds de l'association de lutte contre le Sida Aides .

1991, la loi dite Fabius autorise le choix d'un enseignement bilingue (LSF/français) pour les parents d'enfants sourds.

1er colloque international sur l'Histoire des Sourds à Washington.

1992, Première émission télévisée consacrée au « peuple des sourds » : *La Marche du siècle* de Jean- Marie Cavada.

1993, Sortie dans les salles de « **Le Pays des Sourds** » de Nicolas Philibert, premier film documentaire français consacré aux Sourds.

Emmanuelle Laborit, actrice sourde, reçoit le Molière de la révélation théâtrale pour son interprétation de Sarah dans la pièce *Les enfants du silence*.

Naissance de l'association Sourds en colère (sur le modèle d'Act Up).

1994, Bicentenaire de l'Institut national des jeunes sourds (INJS) de Paris : exposition et festival de cinéma.

Naissance de l'émission hebdomadaire « L'œil et la main » animée par des Sourds sur la Cinquième.

Couronnement d'une sourde américaine, Heather Whitestone, comme Miss America.

Naissance de l'association internationale des pilotes sourds (IDPA).

1995, Représentation au festival d'Avignon de la pièce Antigone, adaptée en LSF par Thierry Roisin.

Le Télétexte remplace le système de sous-titrage Antiope.

Premier débat politique interprété en LSF sur la Cinquième entre Jacques Chirac et Lionel Jospin à l'occasion des Présidentielles.

Ouverture d'un service d'accueil en LSF à l'hôpital parisien de la Pitié- Salpêtrière par le docteur Dagron.

1996, Manifestation nationale des sourds à Paris pour la reconnaissance officielle de la LSF.

1997, Lionel Jospin, Premier ministre, confie à la députée Dominique Gillot une mission parlementaire sur la situation des sourds en France.

Naissance de l'association Les Signes bleus pour les personnes atteintes de la maladie d'Usher (sourds ayant de graves problèmes visuels).

Diffusion du clip musical en LSF de Florent Pagny, Savoir aimer.

1998, Remise par Dominique Gillot du rapport « 115 propositions pour le droit des Sourds ».

Les débats de l'Assemblée Nationale sont sous- titrés et interprétés en LSF.

Mise en ligne du site Internet portail pour les sourds francophones Visuf

1999, Marche nationale pour la reconnaissance officielle de la LSF dans 8 villes de France.

Réalisation et exposition de la plus grande page de BD au monde représentant le célèbre chien Cubitus épelant son nom en alphabet signé.

Organisation par l'ALSF de la soirée des Mains d'Or, une remise de prix récompensant les personnalités sourdes et entendantes qui ont œuvré en faveur de la communauté sourde.

Premier spectacle d'humour accessible aux sourds : le One man show de Marc Jolivet au Casino de Paris interprété en LSF en direct.

Création d'une section Sourds de Paris au sein de la Fédération du parti socialiste.

2000, Premier congrès national des retraités sourds.

Naissance du service Infofax Sourds.

Diffusion du téléphone portable (mini- messagerie SMS) et du mél au sein de la communauté sourde.

Inauguration de nouveaux services d'accueil en LSF par la SNCF à la gare de l'Est, par l'AP-HP à l'hôpital Debré et par Auchan au centre commercial Val d'Europe.

Exposition "Les artistes sourds donnent à voir" dans la chapelle de l'hôpital Salpêtrière, organisée dans le cadre des 150 ans de la Société d'aide et d'assistance aux sourds-muets.

Lancement par Dominique Gillot, secrétaire d'État à la Santé et au Handicap, de plusieurs des mesures prioritaires de son rapport pour le droit des sourds, dont la création d'une dizaine de Centres d'information Surdité (CIS) et d'une dizaine de pôles et réseaux hospitaliers dans dix régions de France.

2001, De la LSF dans un spot publicitaire français (AOL)

Fondation : TVST (Télé) : la 1ère chaîne sous-titrée à 100% !

L'émission « L'œil et la main » fête sa 200^{ème}.

Téléfilm de télévisée sur france3 : « Louis et le silence de plomb » avec Victor Abbou.

2002, « Un jour en France » (France 3) avec Emmanuelle Laborit

M6 débute sa politique de sous-titrage : des sourds et malentendants. Premier programme, la série américaine Largo Winch ; Samedi 12 janvier. 13h45.

Deaf Way II à Washington (Etats-Unis) : Plus de 10 000 sourds de 110 pays différents se sont rassemblés pendant tout une semaine.

A Paris, et dans plusieurs grandes villes de province, les Sourds manifestent à l'appel du CAASA. Ils demandent plus de sous-titrages et de L.S.F. à la télévision, ainsi que des présentateurs sourds.

2005, Vote de la loi « pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » (11 février). Pour la première fois la LSF est

reconnue comme langue à part entière et incontournable pour l'accès à l'information, la culture, l'éducation et la citoyenneté des Sourds.

2004, Création de www.websourd.org, site d'information pour le Sourds, totalement en LSF..

2007, Sophie Vouzelaud, 20 ans, Sourde, est élue Dauphine de Miss France.

Historique linguistique

A - Les grands ancêtres, de 1750 à 1950

Les trois premiers furent directeurs de ce qui est encore « L'institut St Jacques », école spécialisée pour les enfants sourd, à Paris.

L'Abbé de l'Épée en fut le fondateur, Sicard lui succéda, puis Bébien.

L'Abbé de l'Épée

« **Institution des sourds-muets par la voie des signes méthodiques.** » , Paris: Nyon, in 12e, 1776.

Tome 1 : Ouvrage qui contient le projet d'une langue universelle par l'entremise des signes naturels assujettis à une méthode.

Tome 2 : Lettres et programmes, sous titre : « Qui contient les Programmes des exercices qui ont été faits par les Sourds & Muets en 1771, 72, 73, 74, & les lettres qui y ont rapport. »

« **Dictionnaire des sourds-muets.** » Paris : J.-B. Bailliere et fils, 1896.

« **La véritable manière d'instruire les sourds-muets.** » Paris : Fayard, 1984 [1784].

« **Les quatre lettres sur l'éducation des sourds.** » Ile-Saint-Denis : Mouvements des sourds de France, 1992.

L'abbé Sicard. (pseud. Dracis)

« **Théorie des signes, pour l'instruction des sourds-muets** » Paris : Imprimerie de l'Institution des sourds-muets, 1808.

L'abée Bébien

« **Essai sur les sourds-muets et sur le langage naturel ou introduction à une classification naturelle des idées avec leurs signes propres.** » Paris : J. G. Dentu, 1817, 150 pp.

« **Mimographie, ou essai d'écriture mimique, propre à régulariser le langage des sourds-muets.** » Paris : L. Colas, 1978a [1825].

« **Manuel d'enseignement pratique des sourds-muets.** » Paris : Mequignon l'Aine, 1978b [1827].

Tome I : « **Modèles d'exercices** » (204 pp.),

Tome II : « **Explications** » (371 pp.).

Rémi-Valade, Y.L.

« **Études sur la lexicographie et la grammaire du langage naturel des signes à l'usage des instituteurs de sourds-muets.** » Paris : Librairie philosophique de Lagrange, 1854.

B – Nos contemporains

Pierre Oléron

« **Étude sur le langage des sourds-muets. I. Les procédés d'expression.** » *Année psychologique* 52, 1952.

n° 1 : 47-81.

« **Les sourds-muets.** » Paris : PUF, 1969.

« **Éléments de répertoire du langage gestuel des sourds-muets .** » Paris : CNRS. 1974.

« **Le langage gestuel des sourds-muets : syntaxe et communication.** » Paris : CNRS. 1978.

« **Le langage gestuel des sourds est-il une langue ?** » *Rééducation orthophonique* 21 : 409-429, 1983.

Bien que contemporain, Pierre Oléron, malgré sa bonne volonté et sa bonne foi, est resté embourbé dans les théories réductrices héritées du congrès de Milan. Aussi, même s'il avance parfois des idées intéressantes, sa vision de fond reste limitée. Peut-être est-ce simplement dû au retard pris parallèlement par les sciences cognitives en ce qui concerne l'acquisition du langage. En tout état de cause, il semble participer de ce conservatisme Français qui avait tourné le dos depuis longtemps à l'inventivité.

William Stokoe

Même dans son pays – les États-Unis – où l'on se serait attendu à une ouverture plutôt encourageante de la part des linguistes et des Sourds, la parution des premiers travaux de William Stokoe fit un tollé. Oser faire rentrer les LS dans le champ de la linguistique relevait du loufoque.

Pourtant, c'est grâce à lui et notamment à travers un ouvrage intitulé « **Sign Language Structure : an outline of the visual communication systems of the american deaf** » (Stokoe, 1960) que l'on a commencé à appréhender les Langues des Signes non plus comme des "mimiques" mais comme des langues à part entière, l'apport de Stokoe ayant été de donner une description des LS selon les principes de la double articulation.

Christian Cuxac













Professeur Universitaire à l'université Paris 8, Christian Cuxac est le premier linguiste français à s'intéresser à la LSF à partir des années 80. Il défend l'idée forte que les Langues des Signes, par des aspects particulièrement spécifiques, viennent remettre en question un certain nombre de principes linguistiques, comme celui de l'arbitraire du signe. Il mène une étude approfondie qui le conduit à écrire « **La Langue des Signes Française, Les Voies de l'Iconicité** ». (Cuxac, 2000). De plus, dans une « perspective sémiogénétique », il défend l'idée selon laquelle le modèle de la LSF propose une bifurcation de visée entre deux types de structures qui sont fréquemment imbriquées dans le discours : les structures dites standard, au caractère conventionnel et les structures de grande iconicité, à visée illustrative.












Dictionnaire Sign Writing




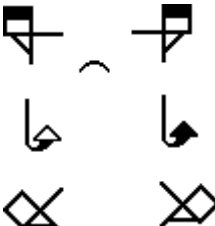
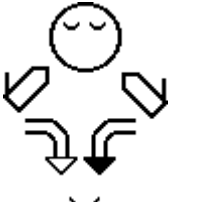







Il est possible de télécharger différents logiciels d'écriture ou de création autour de Sign Writing.... (Signwriting.org, 1996)













Sign	Gloss
	jamais
	sourd
	sourd-2
	falloir
	LSF
	Paris
	Toulouse
	au-revoir
	grammaire

	enseigner
Sign	Gloss
	professeur
	travail
	10
	oui
	non
	qui
	ca-va

	dimanche
	samedi
Sign	Gloss
	vendredi
	jeudi
	mercredi
	mardi
	lundi
	plus
	nous
	toi-1
	tu
	jour

	important
	annee
Sign	Gloss
	aujourd'hui
	anniversaire
	Brigitte
	Patrice
	bon-2
	bon
	11
	9
	8

	dormir
	mail-2
	mail
Sign	Gloss
	autoriser-moi
	nuit
	dormir-2
	vite
	ton
	aimer
	7
	6
	5

	4
	3
	2
Sign	Gloss
	1
	marianne
	bonjour
	valerie
	signer
	signe
	essayer
	moi
	je

	maintenant
	nom
Sign	Gloss
	voir

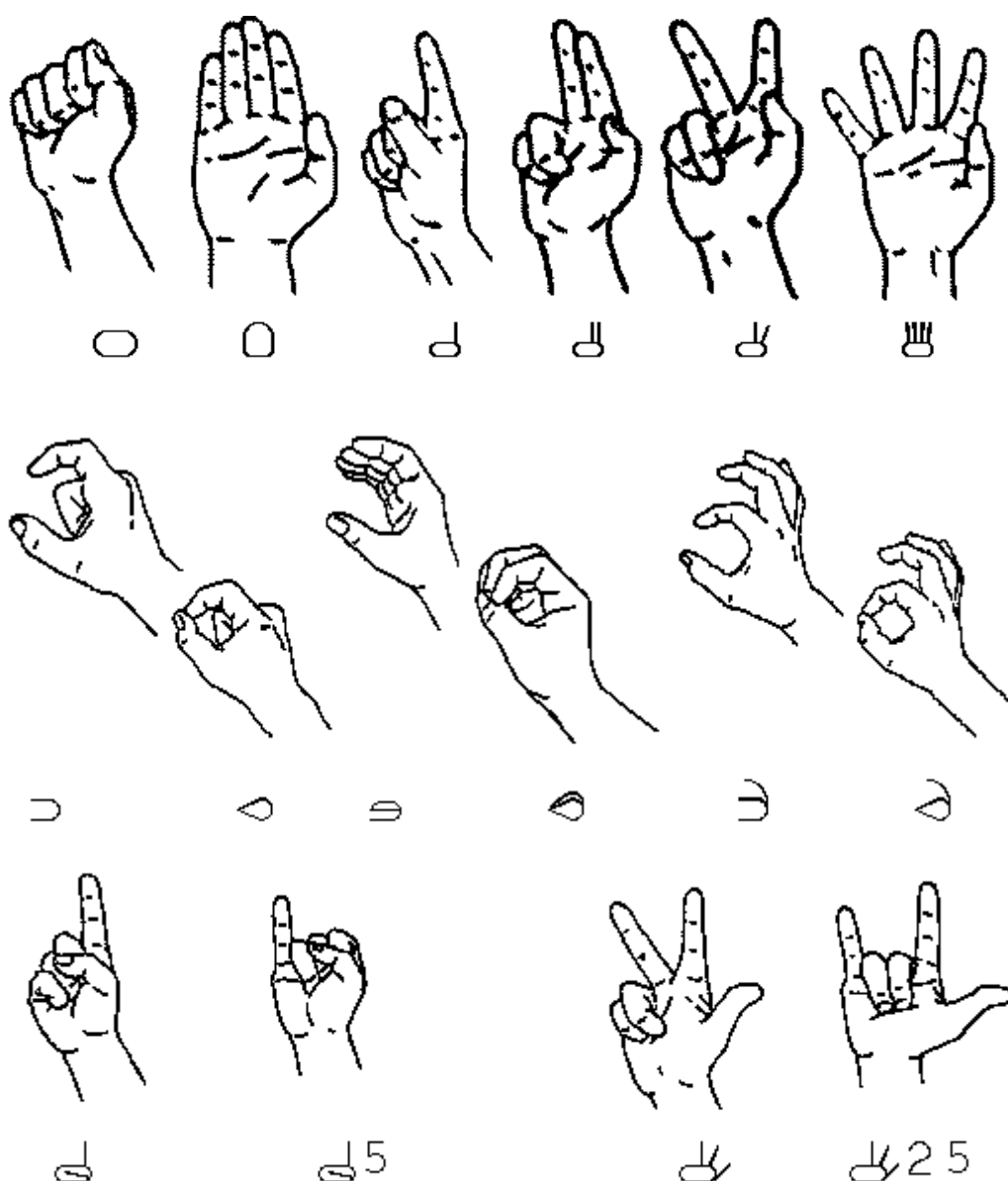
	Marianne
Sign	Gloss
	bisous
	Juliette

HamNoSys, exemples de codification

Il s'agit là de quelques exemples, pris dans le mode emploi d'HamNoSys (Hambourg Notation System), le but étant de permettre au lecteur de se faire une idée de l'aspect du code. Pour aller plus loin :

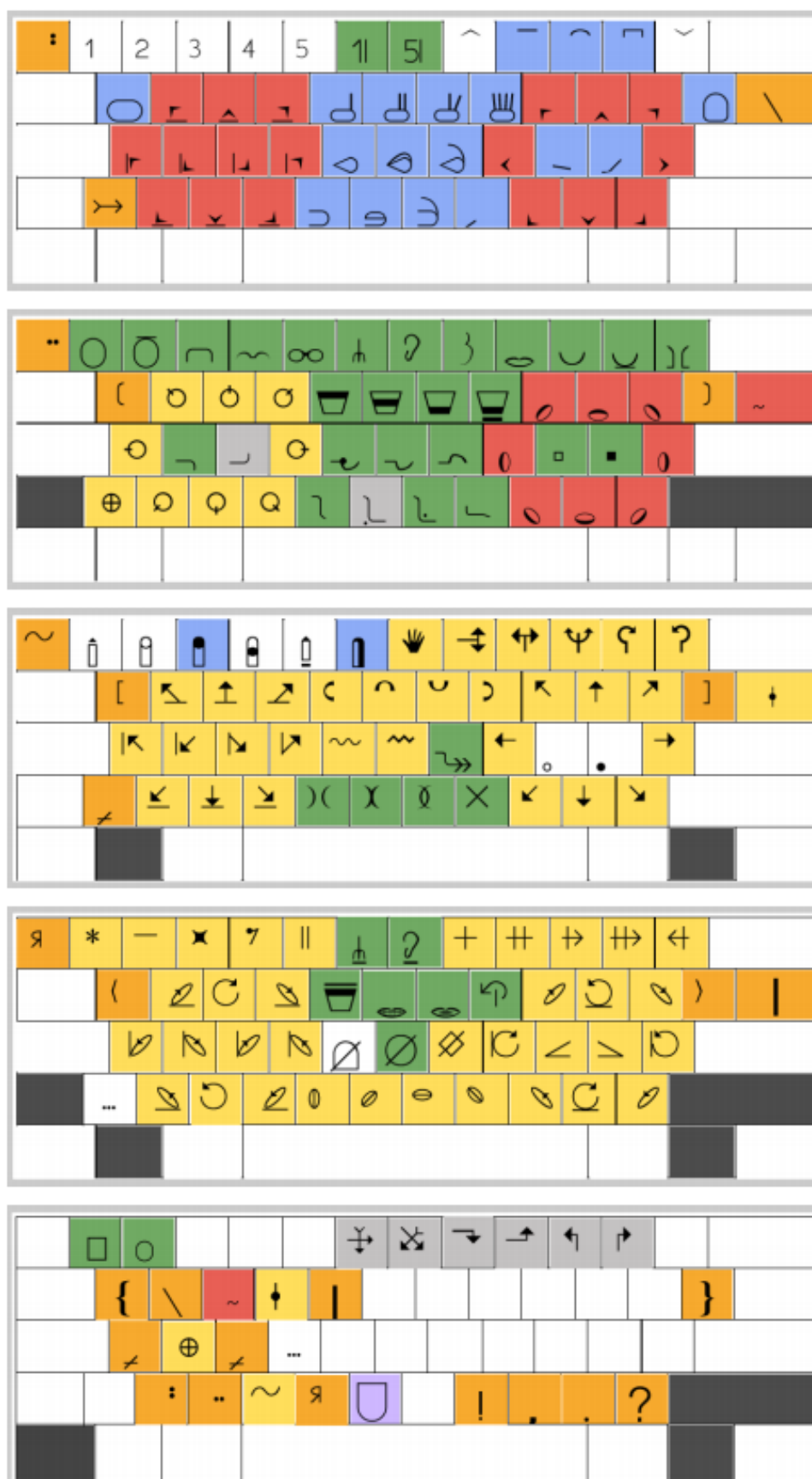
<http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/>

[HamNoSysErklaerungen/englisch/Contents.html](http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/Erklaerungen/englisch/Contents.html)

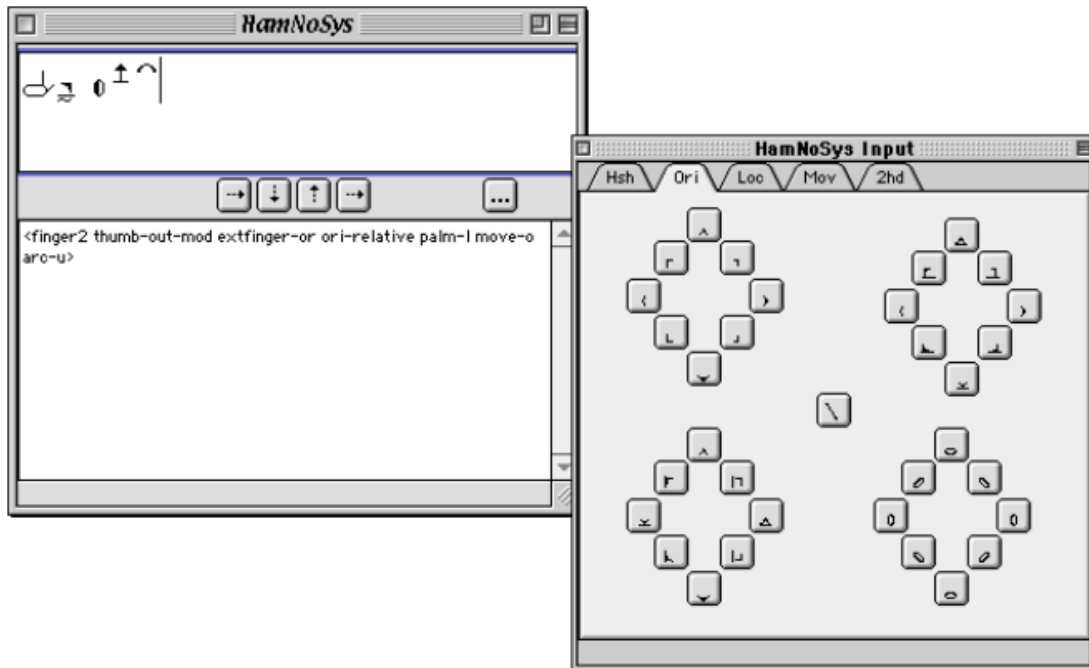


		left of left side	left side of	middle of	right side of	right of right side
⌒	above the head	◻⌒	▪⌒	⌒	⌒▪	⌒◻
○	head	◻○	▪○	○	○▪	○◻
∩	forehead	◻∩	▪∩	∩	∩▪	∩◻
⌏	nose	◻⌏	▪⌏	⌏	⌏▪	⌏◻
⌏	under the nose	◻⌏	▪⌏	⌏	⌏▪	⌏◻
◡	mouth	◻◡	▪◡	◡	◡▪	◡◻
⦶	tongue	◻⦶	▪⦶	⦶	⦶▪	⦶◻
◡	teeth	◻◡	▪◡	◡	◡▪	◡◻
∪	chin	◻∪	▪∪	∪	∪▪	∪◻
∪	under the chin	◻∪	▪∪	∪	∪▪	∪◻
)(neck	◻)(▪)()()(▪)(◻
⌒	shoulder region	◻⌒	▪⌒	⌒	⌒▪	⌒◻
⌒	breast region	◻⌒	▪⌒	⌒	⌒▪	⌒◻
⌒	stomach region	◻⌒	▪⌒	⌒	⌒▪	⌒◻
⌒	below stomach	◻⌒	▪⌒	⌒	⌒▪	⌒◻
		left of the left	left	between	right	right of the right
~	eyebrow	◻~	▪~	~	~▪	~◻
∞	eye	◻∞	▪∞	∞	∞▪	∞◻
?	ear	◻?	▪?		?▪	?◻
?	earlobe	◻?	▪?		?▪	?◻
}	cheek	◻}	▪}		}▪	}◻
⌒	on the shoulder	◻⌒	▪⌒		⌒▪	⌒◻

HamNoSys, niveaux de claviers pour la saisie des codes




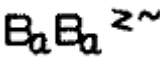





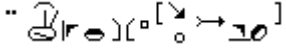






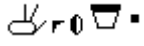




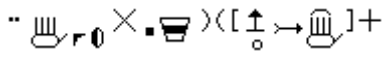


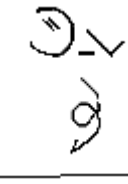


HamNoSys, autre mode de saisie, via une interface











Writing the Same Signs in Different Transcription Systems

(Signwriting.org/Lingusitics001, 2007)

Photos Below: Darline Clark Gunsauls signs Goldilocks in ASL.	SignWriting Printing	SignWriting Shorthand	Stokoe Notation
	HamNoSys Notation		
1 what? 			
			
2 quote 			
			
3 three 			

			
<p>4 bears</p> 			
			
<p>5 Goldilocks</p> 			
			

Exemple d'une partition LS-COLIN

Fragment	5			6			7			
Durée de la séquence	06:18:14 – 06:19:03			06:19:04 – 06:19:10			06:19:11 – 06:20:07			
Images Direction des mouvements										
Regard	sur les mains qui se rapprochent----- fermeture (clignement)			Fin clignement Vers l'espace neutre devant			— —			
Signes	Se rapprocher du corps			Courir			Prendre de l'élan et sauter			
Main dominante										
Deux mains	Barrière			Pattes			Pattes			
Main dominée				Mouvement des poignets 2 fois						
Transferts	DT			TP			TP			
Mimique faciale	Yeux légèrement fermés + froncement des sourcils - concentration			Yeux plissés, souffle continu			Effort			
Mouvement de la tête	La tête se baisse et rentre dans les épaules						Se tend vers le haut			
Mouvement de la bouche				Souffle			moue			
Mouvement de la partie supérieure du corps	les bras tendus vers l'avant se rapprochent du torse			Les genoux fléchissent			Mouvement assez lent du corps vers le haut			
Traduction approchée	La barrière s'approche			Il prend son élan et saute...						
										36

Alphabet Phonétique basé sur Latin-1

Iso1	Iso2	1→2	IPA	ex.	Iso1	Iso2	1→2	IPA	ex.
a	a	a	[a]	papa	b	b	b	[b]	bien
á	á	á	[ɸ]	pâte	d	d	d	[d]	dans
e	e	e	[e]	été	f	f	f	[f]	fleur
è	ě	ì	[ɛ]	père	g	g	g	[g]	gamin
ë	ë	ë	[ɸ]	le	k	k	k	[k]	cou
ø			[ø]	deux	l	l	l	[l]	la
ö	ö	ö	[œ]	cœur	m	m	m	[m]	maman
ì	ì	ì	[i]	mi	n	n	n	[n]	navet
ò	ó	õ	[ɸ]	pomme	p	p	p	[p]	poire
o	o	o	[o]	dôme	R	R	R	[R]	renard
u	u	u	[u]	doux	r	r	r	[r]	r roulé
y	y	y	[y]	du	s	s	s	[s]	silence
					t	t	t	[t]	temps
ã	â	â	[ã]	vent	v	v	v	[v]	vin
î	î	î	[ɛ]	pain	z	z	z	[z]	rose
õ	ô	ô	[õ]	bon	§	§	§	[ʃ]	chien
û			[œ]	brun	J	J	J	[ʒ]	jus
					ñ	ñ	ò	[ɲ]	espagnol
j	j	j	[j]	pied	þ	þ	þ	[θ]	thing
w	w	w	[w]	oui	ð	ð	ð	[ð]	this
μ			[ʍ]	lui	®			[ʔ]	fork
'	'	'	[']	haricot	N	N	N	[ŋ]	ring
					h	h	h	[h]	have
æ			[æ]	cat	ç	ç	ç	[ç]	Ich
Æ			[æ]	stamp (us)	ç			[ʃ]	(arabe)
^	^	^	[ʌ ⁺]	cut	q	q	q	[q]	qof (arabe)
ɹ	ɹ	ɹ	[ɸ]	yacht	?	?	?	[ʔ]	glotal stop
I	I	I	[I]	hit	ß	ß	ß	[β]	vaca
U	U	U	[ɸ]	put	Y	Y	Y	[ʏ]	lago
3	3	3	[ɸ]	bird	£	£	£	[ʎ]	llamar
í	í	í	[ɨ]	(polonais)	x	x	x	[x]	jota
					M	M	M	[ɰ]	anfibio
					¬			[ɸ]	pero
					L	L	L	[ɬ]	Llanelli

(gallois)

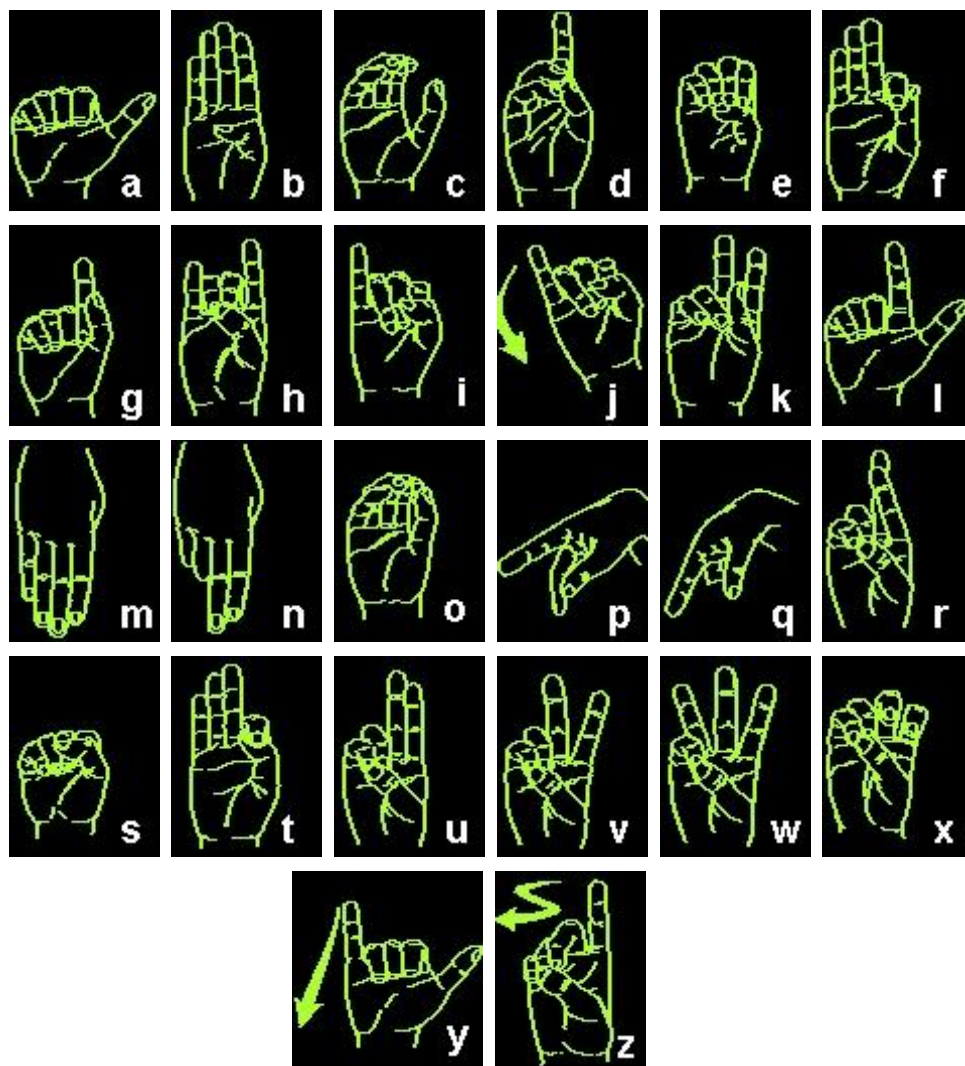
D T Z S = emphatiques de d t z s (arabe)

: = long ` = palatisation · (iso1) ` (iso2) ÿ(1→2) = séparateur d'afriquée

Stress (iso1) 1: ¹ 2: ² 3: ³

Les dessins sont empruntés sur le site de l'Université Paris 8 :

http://ufr6.univ-paris8.fr/desshandi/supl/projets/site_lsf/dico_lsf/dactylogologie.php



Configuration de la main selon Nancy



http://www.lsf.univ-nancy2.fr/public/config_main/config_index.php

Configurations utilisées par notre système

La colonne « CONFIGURATION » liste les noms des configurations, la colonne « TRANSFIXE » correspond au code utilisé pour implémenter les flexions dans notre système. Nous ne nous étions pas inspiré des noms proposés par Cuxac (2000) car leurs dénominations sont un peu longues et ne nous paraissaient pas assez précises pour l'utilisation que nous voulions en faire. Ainsi, les noms que nous avons choisis renvoient, quand c'est possible, aux lettres dactylogiques ou à des dénominations qui se veulent intuitives. Notons cependant la convention suivante :

- « MOUFFLE » : les doigts sont collés les uns aux autres à l'exception du pouce
- « GRIFFE » : les doigts sont courbés, rétractés – comme on griffe
- « CASSE_ROND » : les doigts sont courbés – comme on prend une pomme
- « CASSE » : les doigts sont droits, non collés, mais perpendiculaires à la paume
- « OUVERT » : la pulpe du pouce ne touche pas celle des autres doigts
- « FERME » : la pulpe du pouce touche celle des autres doigts (centré sur index)

CONFIGURATION	TRANSFIXE	commentaires
5	5	
5_GRIFFE	5g	
5_CASSE	5c	
5_CASSE_ROND	5cr	
BEC_CANARD_OUVERT	bco	
BEC_CANARD_FERME	bcf	
C	c	
O	o	
S	s	
A	a	
1	l	
CLE	cl	
B	b	
M	m	
B_MOUFLE	bm	
M_MOUFLE	mm	
4	4	
4_GRIFFE	4g	
4_CASSE	4c	
E	e	
E_MOUFLE	em	
3	3	
3_GRIFFE	3g	
3_CASSE_OUVERT	3co	

3_CASSE_COLLE	3cc	ouvert
3_CASSE_FERME	3cf	forcément collé
W	w	
W_GRIFFE	wg	
2	2	
2_GRIFFE_OUVERT	2go	
2_GRIFFE_FERME	2gf	
BEC_OISEAU_OUVERT	boo	(pouce/index) sortis
BEC_OISEAU_FERME	bof	les autres doigts pliés
V	v	
K	k	
U	u	
U_MOUFLE	um	
N	n	
N_MOUFLE	nm	
R	r	
X	x	
INDEX	ix	
INDEX_GRIFFE	ixg	
D	d	
D_GRIFFE	dg	
Q	q	
I	i	
PINCE	p	comme « oui » index droit
PINCE_OUVERT	po	
OUI	y	pouce/index comme « o » autres doigts relevés écartés
OUI_OUVERT	yo	
O_PETIT_DOIGT_LEVE	opdl	
O_PETIT_DOIGT_LEVE_OUVERT	opdlo	... i.e. pouce non collé
F	f	
T	t	
J	j	
CORNES	cn	Auriculaire-index sortis
MAJEUR_CASSE	mc	5 avec majeur cassé
PINCE_POUCE_MAJEUR	ppm	basé sur mc
PINCE_POUCE_MAJEUR_OUVERT	ppmo	

Synthèse sur les inventaires de configuration

(Boutora, 2006)

Une perception catégorielle des configurations manuelles de la LSF ? Définition et caractérisation des unités de l'inventaire des configurations

Actuellement, contrairement à d'autres LS qui sont étudiées depuis plus longtemps, il n'y a pas encore d'inventaire de configurations établi et reconnu pour la LSF. Le stock disponible dans cette langue reste donc à définir. Il serait d'ailleurs souhaitable à terme de disposer d'un API des configurations afin de comparer plus aisément les différentes LS sur cet aspect. J'ai donc procédé à la confrontation d'un certain nombre d'inventaires, pour l'instant au nombre de 10. Ces 10 inventaires contiennent de 30 à 139 configurations. On peut expliquer ces différences par plusieurs facteurs :

- Les 39 configurations présentées dans Cuxac (2000a) sont issues des SGI ; on les retrouve toutes dans les signes lexicalisés, l'inverse n'étant pas vrai.
- IVT (1998) présente 61 configurations dans sa grammaire, et dans le dictionnaire, parmi les 4500 entrées classées par configuration, 4 sont dites « divers », i.e. dont les configurations ne sont pas répertoriées dans la grammaire (celle de FENETRE, H ou « cornes », qui est en fait bien répertoriée dans la grammaire ; celle de SCOUT : W dactylogique mais doigts serrés, issue de la gestuelle co-verbale ou celle de LIT variante de H à deux mains ; et enfin une variante de M plutôt productive, répertoriée dans la grammaire, mais sans la pliure du poignet qui est due à une contrainte articulatoire).
- Dans son édition antérieure, IVT proposait 35 configurations dans sa grammaire et 50 dans le dictionnaire, sur un total de 2500 signes, à partir desquels Bouvet (1992) a retiré 44 configurations articulatoires dans un premier temps, puis 39 configurations de base et 16 variantes.
- Bonucci (1998), dont la démarche clairement « phonologique » a été « d'éliminer toute information soit prédictible soit non catégorielle », dénombre 30 configurations « cardinales » à partir de la classification de Bouvet (1992).
- Françoise Bonnal (2005) propose 44 configurations basées sur des icônes dans son projet de dictionnaire historique de la LSF.
- Annelies Braffort (1996) en dégage 139 dans une analyse articulatoire visant à élaborer un modèle de reconnaissance de gestes.
- Une équipe de Nancy propose 46 configurations sur son site Internet (www.lsf.univnancy2.fr) ; il en est de même dans Companys (2003) ; et enfin Jean-Louis Brugeille, qui effectue ses recherches dans le cadre de l'association IRIS à Toulouse (<http://membres.lycos.fr/iris/>), en dénombre 50. On notera que les deux derniers sont locuteurs de la LSF.

Voici donc un aperçu des différents inventaires proposés à ce jour à partir desquels je tente de faire émerger un inventaire prenant en compte les variantes « phonétiques » (i.e. articulatoires, qu'elles soient combinatoires ou libres) et les variantes morphémiques (Cuxac 2000b et 2004).

L'établissement de cet inventaire me permettra de disposer d'un ensemble cohérent de configurations à partir duquel je pourrai réaliser des tests de perception catégorielle de la configuration manuelle en LSF dans le but de définir le statut phonémique ou non des

configurations de la LSF. Ce travail sera la base d'une comparaison possible entre une perception catégorielle de la configuration en LSF et en ASL (Emmorey et al. 2003). Ces travaux ont montré que pour l'ASL, il y avait une perception catégorielle de la configuration manuelle, c'est-à-dire une perception phonologique de ce paramètre ; mais pour quelles configurations, étant donné que seul le caractère distinctif des unités est explicitement mentionné comme critère de sélection dans l'établissement du test ? Ces études ne semblent pas prendre en compte la dimension morphémique, voire iconique des unités, alors que cela paraît primordial pour l'interprétation des résultats : à savoir si, selon leur nature, toutes les configurations sont perçues de la même manière par les locuteurs et les non locuteurs.

Références

- Bonnal F. (2005), *Sémiogenèse de la langue des signes française : étude critique des signes attestés sur support papier depuis le XVIIIe siècle et nouvelles perspectives de dictionnaires*, Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail.
- Bonucci A. (1998), *Analyse phonologique et indexation figurative pour une base de données d'entrées lexicales de la Langue des Signes Française*. Thèse de doctorat, Université Lyon 2.
- Bouvet D. (1992), Classification articulatoire des configurations de la main dans la langue des signes française : Portée heuristique de cette classification pour la recherche des unités distinctives, *Protée*, Vol. 20 n°2 pp. 23-32 et n°3 pp. 87-99.
- Braffort A. (1996), Reconnaissance et compréhension de gestes, application à la langue des signes. Thèse de doctorat en informatique, Université de Paris 11 – Orsay.
- Compagnys M. (2003), *La langue des Signes Française : mode d'emploi*, Angers, Editions Monica Compagnys.
- Cuxac C. (2000a), La Langue des Signes Française : les Voies de l'Iconicité, *Faits de Langues* Vol. 15-16, Paris, Ophrys.
- Cuxac C. (2000b), Compositionnalité sublexicale morphémique-iconique en LSF, Blondel M. et Tuller L. (eds) *Recherches Linguistiques de Vincennes* n° 29, pp. 55-72.
- Cuxac C. (2004), Phonétique de la LSF : une formalisation problématique, *Silexicales* Vol. 4, pp. 93-113.
- Emmorey K., McCullough S., Brentari D. (2003), Categorical perception in American Sign Language, *Language and Cognitive Processes*, Vol. 18-1, pp. 21-45.
- Girod M. (dir.) (1998), La Langue des Signes. Tome 1 Histoire et grammaire, Tomes 2 et 3 Dictionnaire bilingue LSF/Français, 2ème édition, Paris, Editions IVT.
- Association IRIS à Toulouse <http://membres.lycos.fr/iris/>
- Inventaire de l'équipe de Nancy : www.lsf.univ-nancy2.fr



Nos configurations comparées à celles proposées par Cuxac

(Cuxac, 2000, 97-130) donne une liste représentative de l'ensemble des configurations. Cette liste comporte 39 dénominations, mais si l'on inclut les variantes, en réalité l'auteur distingue 67 formes. Cependant, comme il le dit lui-même, elles ne représentent que celles issues du corpus de travail de l'auteur. Sachant que ce corpus a été sélectionné pour mettre en évidence la dimension iconique de la LSF, il en découle que toutes les autres, non iconiques, ne sont pas répertoriées.

Le tableau suivant reprend l'ensemble des configurations présentées par Cuxac et mises en correspondance avec celles que nous avons utilisées pour formaliser notre modèle. C'est ainsi que certaines nuances ont plutôt été relevées par Cuxac et d'autres par nous et que notre liste contient, en plus, les configurations de type dactylogologiques.

Notre liste contient 64 configurations.

Pour produire des illustrations nous avons emprunté les vignettes de Nancy (sur fond bleu), reprise dans le tableau de l'annexe X et rajouté quelques unes des nôtres (sur fond noir).

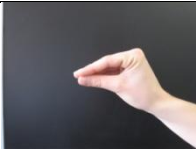


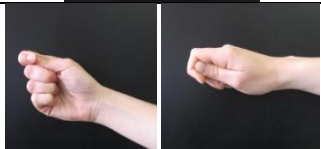



Configurations présentées par Cuxac			Illustrations				Correspondance dans notre système		
réf	nom	Q					nom	Code proforme	Q
1	configuration 'main plate'	1	1				B (pouce collé) <i>A rajouter dans notre liste</i>	--	1
2-a	variantes de la configuration 'main plate'	2	2				B_MOUFLE	bm	

2-b		
--		3
3	autre variante de la configuration 'main plate'	4
4-a	configuration proche de la précédente, mais les doigts ne sont pas tendus	5
4-b		
--	--	6
5-a	configuration(s) 'C'	7
5-b		8

3		
4		
5		
6		
7		
9		
10		
11		

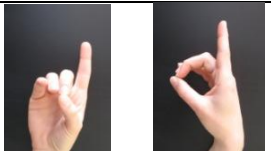
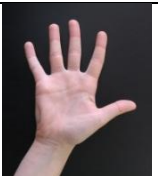
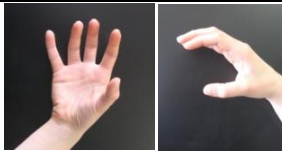


B (pouce rentré)	b	2
M	m	3
M_MOUFLE	mm	4
MP cassé laxé <i>A rajouter dans notre liste</i>	--	
MP cassé laxé pouce tendu, collé <i>A rajouter dans notre liste</i>	--	
4_CASSE	4 ^c	5
C	c	6
C (plus ouvert) <i>A rajouter dans notre liste</i>	--	7

6	configuration 'bec de canard'	9
7	configuration 'poing fermé'	10
8	configuration 'pouce contre index replié'	11
9	configuration 'index tendu'	12
10	configuration 'index tendu formant un angle droit avec la paume'	13
11	configuration 'index saillant et recourbé'	14

12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

BEC_CANARD_FERME	bcf	8
BEC_CANARD_OUVERT	bco	9
S	s	10
CLE	cl	11
INDEX	ix	12
Q	q	13
INDEX_GRIFFE	ixg	14

12	configuration 'index recourbé saillant, pouce plus ou moins saillant'	15
--	--	
--	--	
13	configuration '5'	16
14	configuration '5, doigts légèrement pliés'	17
15-a	configuration 'extrémité du pouce recourbé contre l'extrémité des autres doigts recourbés (O)'	18
15-b	--	19
--	--	
--	--	

19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		




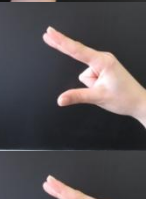
INDEX_GRIFFE_MOUFFLE <i>A rajouter dans notre liste</i>		15
D	d	16
D_GRIFFE	dg	17
5	5	18
5_CASSE_ROND	5cr	19
5_GRIFFE	5g	20
O	o	21
Il me la manque : entre O et S		22
O_PETIT_DOIGT_LEVE	opdl	23
O_PETIT_DOIGT_LEVE_OUVERT T <i>C'est le O qui est ouvert, comme</i>	opdlo	24

16	configuration 'doigts écartés et très recourbés'	20
17	configuration 'poing fermé, pouce tendu'	21
18	configuration 'V' ('2')	22
19	variante de la configuration 'V'	23

29		
30		
31		
32		
33		
34		







<i>un C</i>		
E= 26 (num Cuxac) ??	e	25
A	a	26
1 (comme A mais orientation pi)	1	27
1_GRIFFE		
V	v	28
R	r	29

20	configuration 'V, doigts repliés'	24
21	configuration 'index majeur tendus, se touchant'	25
--	--	
22	configuration '3'	
--	--	
--	--	26

35		
36		
37		
38		
39		
40		

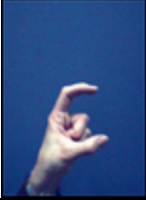



X		
<i>Exemple de Cuxac, d'après mes informateurs, trop repliés (forcé, pas naturel)</i>	x	30
U	u	31
U_MOUFLE	um	32
3	3	33
3_CASSE_OUVERT	3co	34
3_CASSE_COLLE	3cc	35

23-a	configuration 'pouce, index, majeur recourbés, leurs extrémités se touchant'	27
23-b		28
24	configuration '4'	29
25	variante de la configuration précédente, doigts légèrement repliés	30
26	configuration '4, doigts repliés'	

41		
42		
		
43		
44		
45		






3_CASSE_FERME	3cf	36
3_GRIFFE	3g	37
4	4	38
4-eme <i>Variante de 4, dans le cadre d'une liste déroulée ou d'une énumération.</i>	4e	39
4_GRIFFE	4g	40
= 16 (num cuxac) ??, c'est-à-dire le E		

27	configuration 'pouce/index légèrement recourbés'	31
28-a	configuration 'pouce/index recourbés'	32
28-b		
--	--	33
29	configuration 'pouce/index tendus et parallèles'	34
30	configuration 'pouce/index en L'	35
31	configuration 'pouce/index se touchant, formant pince, autres doigts repliés'	36
32	configuration 'pouce/index se touchant, formant pince, autres doigts tendus'	37

46	Même que pour la vignette 47 mais autres doigts relevés	
47		
48	??	
49	Même que pour la vignette 46 mais le pouce et l'index se touchant	
50		
51		
52		
53	Même que pour la vignette 54 mais le pouce et l'index ne se touchent pas	






--	--	
2_GRIFFE_OUVERT	2go	41
--	--	
2_GRIFFE_FERME	2gf	42
BEC_OISEAU_OUVERT	boo	43
2	2	44
BEC_OISEAU_FERME	bof	45
PINCE_OUVERT	po	46
<i>J'en ai besoin pour les configurations de début de geste</i>		

33	configuration 'pouce/index se touchant, formant cercle, autres doigts légèrement recourbés '	38
34	configuration 'pouce/majeur en petit cercle, autres doigts légèrement recourbés'	39
35	configuration 'doigts complètement repliés'	40
36	configuration 'index et auriculaire tendus'	41



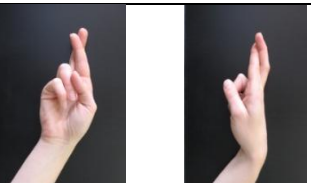


54		
55		
56		
57	Même que pour la vignette 54, mais l'index se replie contre le pouce	
58		
59		
60		

PINCE	p	47
OUI	y	48
OUI_OUVERT	yo	49
PINCE_POUCE_MAJEUR_OUVERT	ppmo	50
PINCE_POUCE_MAJEUR	ppm	51
E_MOUFLE	em	52
CORNES	cn	53



37	configuration 'auriculaire tendu'	42
38	configuration 'Y'	43
39-1	Configurations n'apparaissant que sans le cadre du déploiement d'une forme	44
39-2a		45
39-2b		46
39-2c		47
39-3		48

61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		

I	i	53
J	j	55
5_CASSE <i>Pour nous, la vignette montrerait les doigts davantage parallèles au pouce. Cette configuration marquer les objets épais et lourds.</i>	5c	56
--	--	
BEC_CANARD_OUVERT <i>Déjà vue en n° 6 de cuxac</i>	bco	57
--	--	
--	--	
W	w	58
W_GRIFFE	wg	59

70	
71	
72	
73	
74	
75	

K	k	60
N	n	61
N_MOUFLE	nm	62
R	r	63
F	f	64
T	t	65

76	
77	

MAJEUR_CASSE	mc	66
Configurations présentes chez Nancy mais absente chez Cuxac et chez nous.		

Liste des symboles catégoriels et des symboles terminaux utilisés

Ces symboles ont été empruntés à Choi-Jonin et Delhay (1998) :

Symboles catégoriels

P : phrase
SP : syntagme prépositionnel
SN : syntagme nominal
SV : syntagme verbal
NE : Nom expansé
Dét : déterminant
N : nom
Prép : préposition
V : verbe
Adj : adjectif

Symboles terminaux

N : nom commun
Npr : nom propre
Pron : pronom
Vintr : verbe intransitif
Vtrd : verbe transitif direct
Vtrind : verbe transitif indirect
Vbitr : verbe bitransitif
Vattr : verbe attributif
Aux : verbe auxiliaire
Dét : déterminant
Adj : adjectif
Adv : adverbe
Prép : préposition

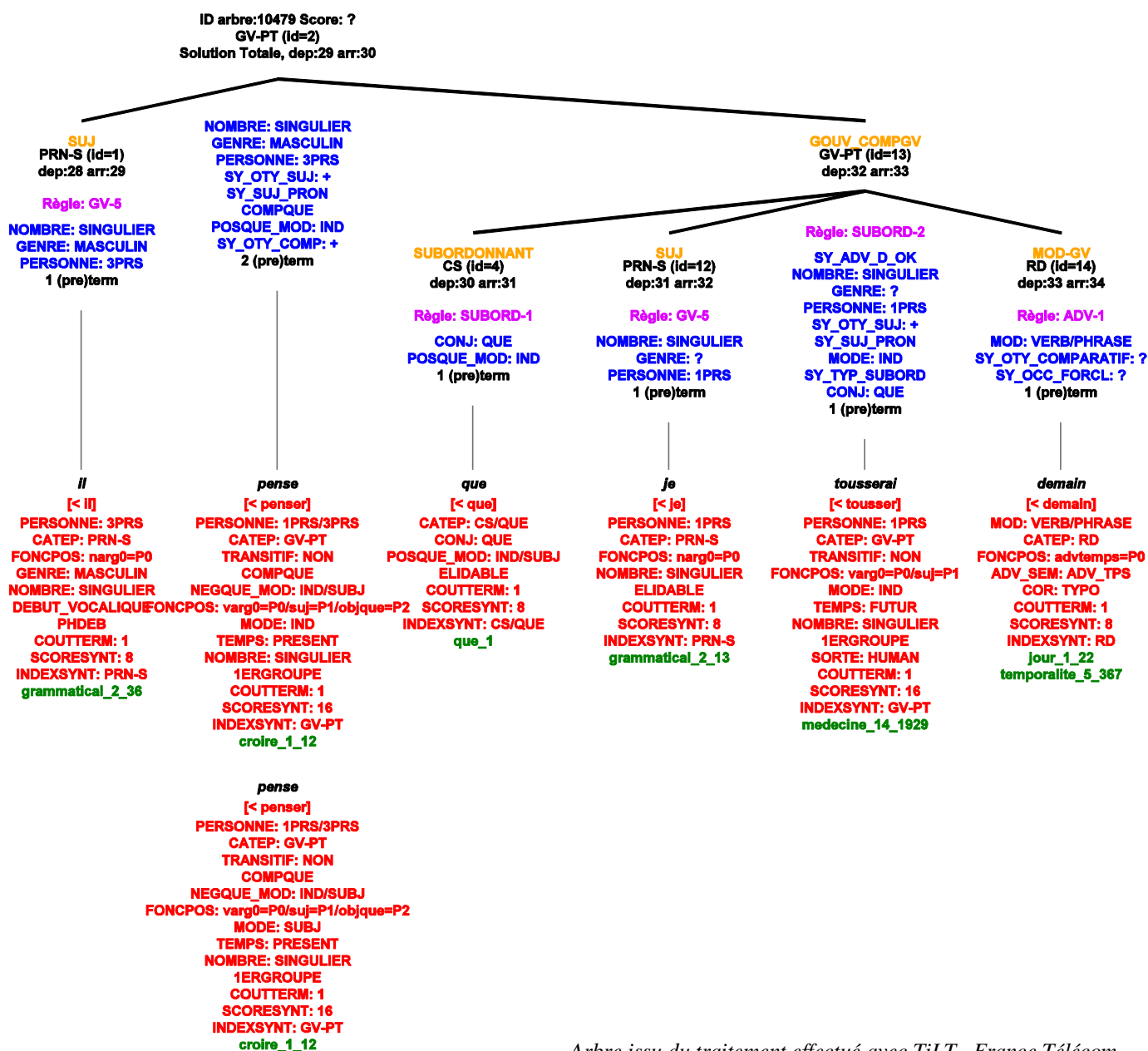
C : « complémenteur » représenté par une conjonction de subordination et par les prépositions *à* et *de* introduisant une subordonnée à l'infinitif (une proposition subordonnée, précédée d'un complémenteur est symbolisée par P')

ANNEXE XII

EXEMPLE D'UN ÉNONCÉ TRADUIT PAR TiLT

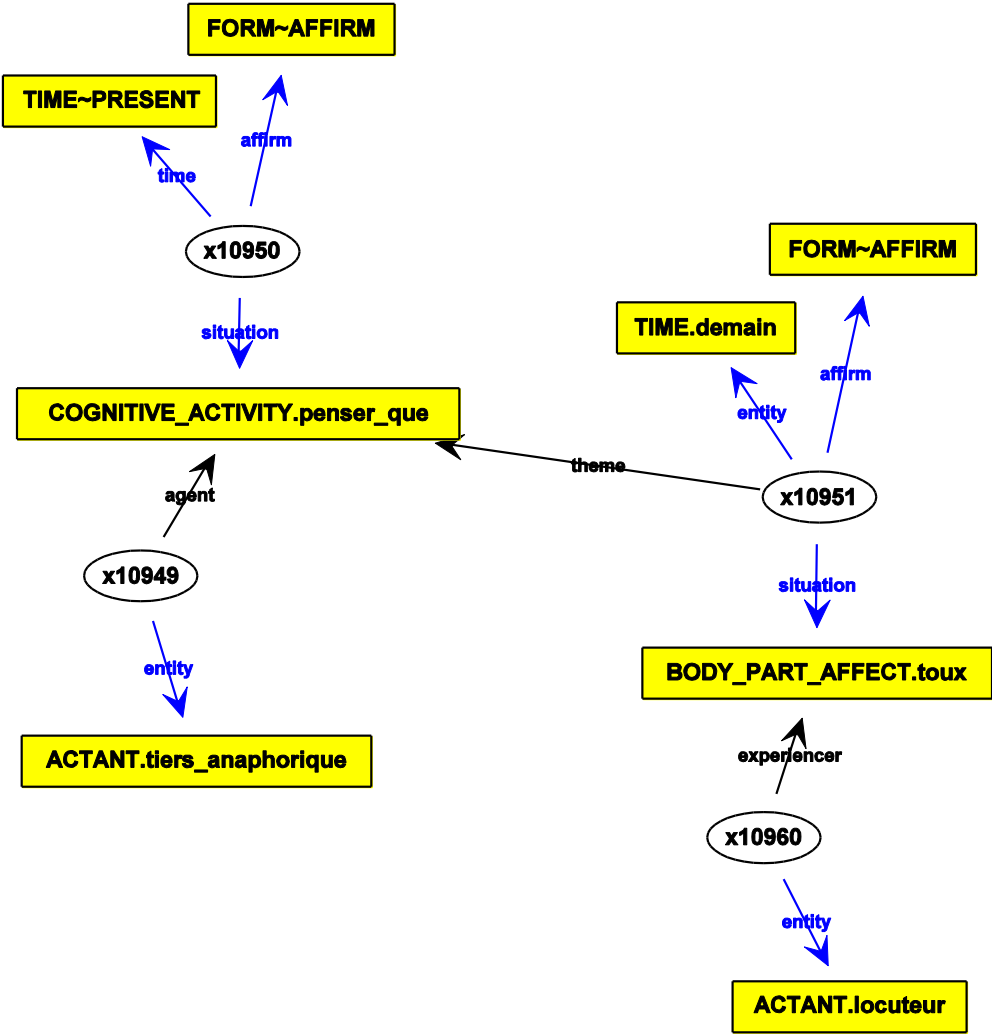
Notre exemple n'est pas des plus jovioux. Nous avons commencé notre travail de développement en nous alignant sur un corpus médical. Cet exemple a cependant le mérite de mettre en lumière plusieurs types de dépendances et la gestion de la différence entre le temps du français et le temps de la LSF.

Nous donnons donc en entrée « il pense que je tousserai demain. » L'analyse en dépendance du français qui en est faite donne :



Arbre issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

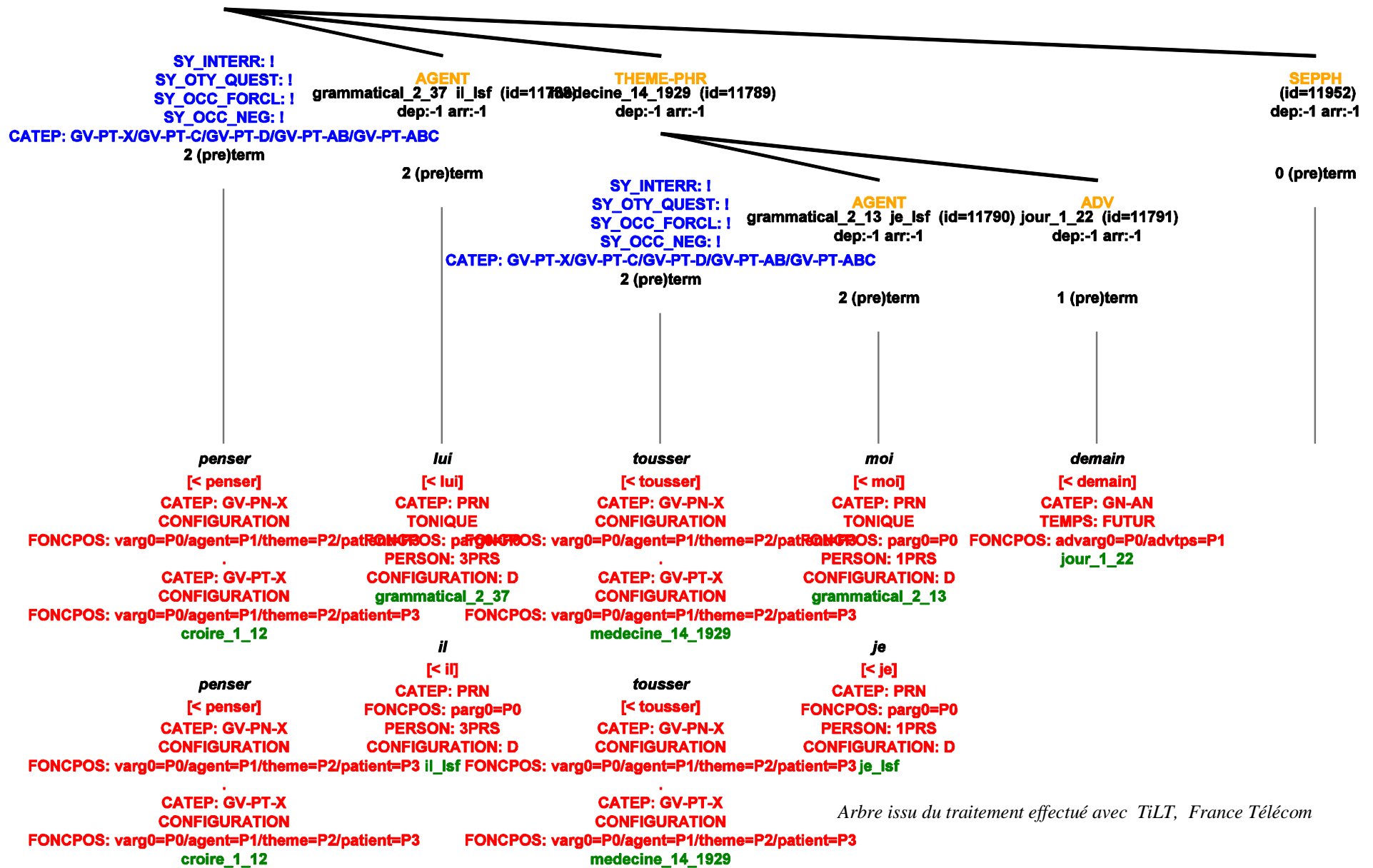
Le graphe sémantique qui est découle est :



Graphe issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

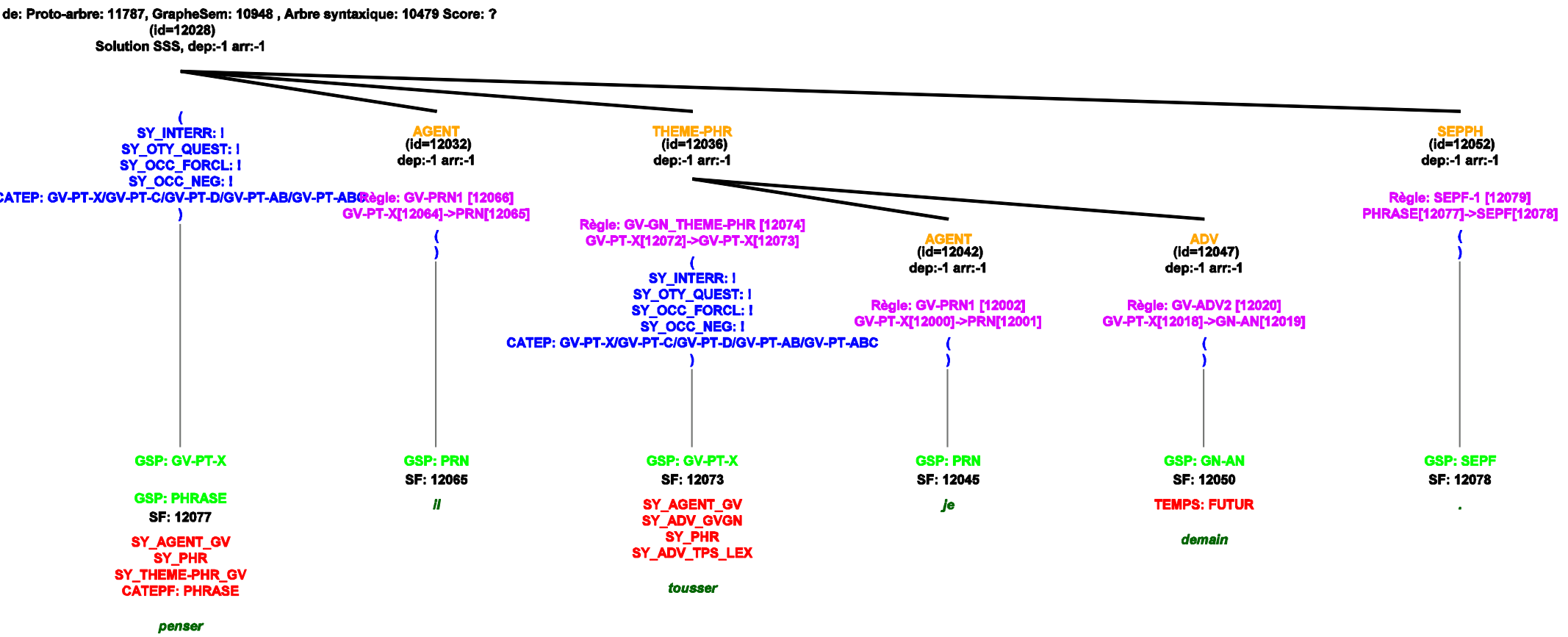
Le proto arbre est présenté page suivante

ID arbre:11787. Issue de: , GrapheSem: 10948 , Arbre syntaxique: 10479 Score: ?
croire_1_12 (id=11786)
Solution Proto-arbre, dep:-1 arr:-1



Arbre issu du traitement effectué avec TiLT, France Télécom

Et l'arbre en dépendance, avant linéarisation donne :



Enfin, la sortie XML donne :

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM "/users/..//feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="IL"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="DEMAIN"/>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="TOUSSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il pense que je tousserai demain.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">Il penser demain je tousser.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>
```

ANNEXE XIII

LEXIQUE IMPLÉMENTÉ DANS TILT

Nous présentons ici une version allégée de notre lexique. Il ne s'agit en effet ici que du dictionnaire général. En lien avec les règles de grammaires (listées section 3.5 du chapitre III) il donne une idée de l'étendue du travail effectué.

Chaque ligne contient 4 champs pertinents : le lemme, la catégorie grammaticale, traits syntaxiques et le renvoi vers le thesaurus.

Pour les verbes, aucun trait syntaxique n'apparaît ici car ceux que nous avons, pour l'instant, utilisés pouvaient être renseignés via le modèle de flexion.

Le dictionnaire du modèle des flexions étant très exhaustifs (rappelons qu'un verbe comme donner présente plus de 1 000 formes), nous n'avons pas jugé intéressant de le produire en annexes.

VERBES			
*****	*****	*****	*****
rêver	V_XXXX		rêver
arroser	V_LXXX		arroser_1
suivre	V_LXXX		suivre_1
dormir	V_XXXX		dormir
enfournier	V_LXCX		enfournier_1
enfournier	V_XXCL		enfournier_2
donner	V_LLCX		donner
suivre	V_BBXX		suivre_11
suivre	V_CCXX		suivre_2
partir_à	V_LXXL		partir_à
accompagner_à	V_LLXL		accompagner_à
boire,	V_XXCX		boire
arroser	V_XXLX		arroser_2
prendre	V_XXBX		prendre_1
prendre	V_XXCL		prendre_11
sedéplacer	V_BXXX		sedéplacer
sedéplacer_vers	V_BXXL		sedéplacer_vers
habiter	V_XXXL		habiter_1
habiter	V_LXXX		habiter_2
apprendre	V_XXXX		apprendre
enseigner	V_LLXX		enseigner
balayer	V_LXXX		balayer
passer_1_aspirateur	V_LXXX		passer_1_aspirateur
accrocher_ses_bretelles	V_LXXX		accrocher_ses_bretelles

accrocher	V_LXXL
seasseoir	V_LXXX
seasseoir	V_LXXL
seasseoir	V_LXXX
boutonner_se	V_LXXX
brosser_les_dents_se	V_LXXX
coller	V_LXXX
construire	V_LXXX
coudre_à_la_machine	V_LXXX
coudre_à_la_main	V_LXXX
cuire	V_LXXX
faire_la_cuisine	V_LXXX
déborder_liquide	V_LXXX
découper_un_plat	V_LXXX
déjeuner	V_LXXX
sedéshabiller	V_LXXX
dîner	V_LXXX
sedoucher	V_LXXX
écrire	V_LXXX
effacer_tableau	V_LXXX
sendormir	V_LXXX
sendormir_comme_une_masse	V_LXXX
sentraîner	V_LXXX
étudier	V_LXXX
expliquer	V_LLXX
avoir_faim	V_LXXX
goûter	V_LXXX
shabiller	V_LXXX
inscrire_se	V_LXXX
inviter	V_LLXX
selaver_la_figure	V_LXXX
selaver_les_cheveux	V_LXXX
selaver	V_LXXX
lire	V_XXCX
lire_un_panneau	V_XXXL
semirrer	V_LXXX
sepeigner	V_LXXX
seraser	V_LXXX
seréveiller	V_LXXX
siffler_appareil_auditif	V_LXXX
avoir_soif	V_LXXX
avoir_sommeil	V_LXXX
selever	V_LXXX
selever	V_XXXL
manger	V_XXCX

accrocher
asseoir_1
asseoir_2
asseoir_3
boutonner_se
brosser_les_dent_se
coller
construire
coudre_à_la_machine
coudre_à_la_main
cuire
faire_la_cuisine
déborder_liquide
découper_un_plat
déjeuner
sedéshabiller
dîner
sedoucher
écrire
effacer_tableau
sendormir
sendormir_comme_une_masse
sentraîner
étudier
expliquer
avoir_faim
goûter
shabiller
inscrire_se
inviter
selaver_la_figure
selaver_les_cheveux
selaver
lire
lire_un_panneau
semirrer
sepeigner
seraser
seréveiller
siffler_appareil_auditif
avoir_soif
avoir_sommeil
selever
selever
manger

faire_le_ménage	V_LXXX
nettoyer_par_terre	V_LXXX
nettoyer_surface	V_LXXX
nettoyer_linge	V_XXXX
nourrir	V_LLXX
peindre_bâtiment	V_LXXX
peindre_bâtiment	V_XXXL
peindre_tableau	V_LXXX
peindre_tableau	V_XXXL
petit_déjeuner	V_LXXX
ranger	V_LXXX
ranger	V_XXXL
sécher_choses	V_XXXX
passer_la_serpillère	V_LXXX
faire_la_vaisselle	V_LXXX

faire_le_ménage	
nettoyer_par_terre	
nettoyer_surface	
nettoyer_linge	
nourrir	
peindre_bâtiment_1	
peindre_bâtiment_2	
peindre_tableau_1	
peindre_tableau_2	
petit_déjeuner	
ranger_1	
ranger_2	
sécher_choses	
passer_la_serpillère	
faire_la_vaisselle	

NOMS

femme	NHUM
homme	NHUM
garçon	NHUM
dame	NHUM
candidat	NHUM
personnalité	NHUM
poète	NHUM
ami	NHUM
médecin	NHUM
population	NC
pain	NC
barre_bretone	NC
roti	NC
situation	NA
résultat	NA
matin	NA
soir	NA
date	NA
lundi	NA
mardi	NA
mercredi	NA
jeudi	NA
vendredi	NA

-SEXUABLE/OUI
-SEXUABLE/OUI
-SEXUABLE/OUI
-SEXUABLE/OUI
-SEXUABLE/OUI
-GROUPE/OUI-SEXUABLE/OUI
-PREHENSIBLE/OUI
-PREHENSIBLE/OUI
-PREHENSIBLE/OUI
-NOM_TEMPOREL/JOUR
-NOM_TEMPOREL/JOUR
-NOM_TEMPOREL/JOUR
-NOM_TEMPOREL/JOUR
-NOM_TEMPOREL/JOUR

femme
homme
garçon
dame
candidat
personnalité
poète
ami
médecin
population
pain
barre_bretone
roti
situation
résultat
matin
soir
date
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi

samedi	NA	-NOM_TEMPOREL/JOUR	samedi
dimanche	NA	-NOM_TEMPOREL/JOUR	dimanche
janvier	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	janvier
février	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	février
mars	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	mars
septembre	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	septembre
octobre	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	octobre
novembre	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	novembre
décembre	NA	-NOM_TEMPOREL/MOIS	décembre
pays	NA		pays
lieu	NA		lieu
maison	NB		maison
tente	NB		tente
armoire	NB		armoire
parapluie	NS		parapluie
balai	NS		balai
bâton	NS		bâton
piquet	NS		piquet
train	NBH		train
voiture	NBH		voiture
camion	NBH		camion
bateau	NBH		bateau
moto	NBV		moto
vélo	NBV		vélo
chat	NANIML	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	chat
loup	NANIML	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	loup
cheval	NANIML	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	cheval
chien_petit	NANIML	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	chien_petit
chien_gros	NANIMM	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	chien_gros
ours	NANIMM	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	ours
lion	NANIMM	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	lion
éléphant	NANIMS	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	éléphant
hypopotame	NANIMS	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	hypopotame
rhinocéros	NANIMS	-SEXUABLE/OUI-VEHICULE/OUI	rhinocéros
verre	NS		verre

NOMS PROPRES

paris	NP	-VILLE	paris
marseille	NP	-VILLE	marseille
lyon	NP	-VILLE	lyon
brest	NP	-VILLE	brest
avignon	NP	-VILLE	avignon
aix	NP	-VILLE	aix
new_york	NP	-VILLE	new_york

jérusalem	NP	-VILLE	jérusalem
jerusalem	NP	-VILLE	jerusalem
france	NP	-PAYS	france
angleterre	NP	-PAYS	angleterre
états_unis	NP	-PAYS	états_unis
etats_unis	NP	-PAYS	etats_unis
afghanistan	NP	-PAYS	afghanistan
espagne	NP	-PAYS	espagne
paul	NR		paul
zoe	NR		zoe
norm	NR		norm
marie	NR		marie
pierre	NR		pierre
jean	NR		jean
jacques	NR		jacques
matthieu	NR		matthieu
thomas	NR		thomas
luc	NR		luc
marc	NR		marc
rémi	NR		rémi
remi	NR		remi
magali	NR		magali
loïc	NR		loïc
loic	NR		loic
émilie	NR		émilie
emilie	NR		emilie
ariane	NR		ariane
celine	NR		celine
sylvie	NR		sylvie
patrick	NR		patrick
delphine	NR		delphine
céline	NR		céline
celine	NR		celine
christine	NR		christine
gwénaël	NR		gwénaël
gwenael	NR		gwenael
gwénaelle	NR		gwénaelle
gwenaelle	NR		gwenaelle
erwan	NR		erwan
titouan	NR		titouan
valérie	NR		valérie
valerie	NR		valerie
louisiane	NR		louisiane

PRONOMS			
*****	*****	*****	*****
je	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	je
tu	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tu
il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	il
li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	li
lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	lp
nous_deux_je_tu	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	nous_deux
vous_deux_tu_tu	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	vous_deux
eux_deux_il_il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp_il	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp_li	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp_lp	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	eux_deux
tous_les_trois_nous	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_vous	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_eux	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_xue	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_lpx	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_quatre_nous	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_vous	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_eux	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_xue	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_lpx	PRON_SUJET	-SUJET-PRN_PERS	tous_les_quatre
moi	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	moi

toi	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	toi
lui	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	lui
iul	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	iul
lpi	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	lpi
nous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous
vous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous
eux	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux
xue	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	xue
lpx	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	xue
nous_deux_je_tu	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_il	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_li	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_lp	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
vous_deux_tu_tu	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_il	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_li	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_lp	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
eux_deux_il_lp	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-il	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-li	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-il	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-li	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-lp	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp_il	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp-li	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp-lp	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
tous_les_trois_nous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_vous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_eux	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_xue	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_lpx	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_quatre_nous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_vous	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_eux	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_xue	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_lpx	PRON_DIS	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre

moi	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	moi
toi	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	toi
lui	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	lui
iul	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	iul
lpi	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	lpi
nous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous
vous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous
eux	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux
xue	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	xue
lpx	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	xue
nous_deux_je_tu	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_il	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_li	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
nous_deux_je_lp	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	nous_deux
vous_deux_tu_tu	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_il	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_li	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
vous_deux_tu_lp	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	vous_deux
eux_deux_il_il	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-li	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_il-lp	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-il	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-li	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_li-lp	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp_il	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp-li	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
eux_deux_lp-lp	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	eux_deux
tous_les_trois_nous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_vous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_eux	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_xue	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_trois_lpx	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_trois
tous_les_quatre_nous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_vous	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_eux	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_xue	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre
tous_les_quatre_lpx	PRON_INSIST	-PRN_DIS-PRN_PERS	tous_les_quatre

ADVERBES		
*****	*****	*****
ne_pas	ADV_NEG	ne_pas_1
jamais	ADV_NEG	jamais
jusqu_à	ADV	jusqu_à
pas_possible	ADV_NEG	pas_possible
impossible	ADV_NEG	pas_possible
ne_pas	ADV_FLEX	ne_pas_21
ne_pas	ADV_FLEX	ne_pas_22
beaucoup	ADV	beaucoup_1
beaucoup	ADV	très_1
beaucoup	ADV_FLEX	beaucoup_2
beaucoup	ADV_FLEX	très_2
aussi	ADV	aussi
possible	ADV	possible
là	ADV_LOC	là
là_là	ADV_LOC	là_là
ici	ADV	ici
maintenant	ADV	maintenant_1
maintenant	ADV_TPS	maintenant_2
passé	ADV_TPS	passé
avenir	ADV_TPS	avenir
là_là	ADV_TPS	là_là
avant_là	ADV_TPS	avant_là
touche	ADV_TPS	touche
touche_fini	ADV_TPS	touche_fini
fini	ADV_TPS	fini
il_faut	ADV	il_faut
hier	ADV_TPS	hier
demain	ADV_TPS	demain
MODIFIEURS		
*****	*****	*****
gros	MODIF_LEX	gros
gros	MODIF_FLOT	gros
grand	MODIF_LEX	grand
grand	MODIF_FLOT	grand
rouge	MODIF_LEX	rouge
beaucoup	MODIF_LEX	beaucoup
vite	MODIF_LEX	vite

N O M S : ***** CACHET CUISINE DENTIFRICE ENFANT GARAGE LIVRE PLANTE SALON SIROP TOUX VERRE VOITURE	A D J E C T I F S : ***** BON GRAND (L) LOURD MALADE
V E R B E S : ***** AIMER ARROSER DEPLACER_C-C DEPLACER_O-H-O-H DIRE_IL-JE DIRE_JE-IL DIRE_IL-TU DIRE_TU-IL DIRE_JE-TU DIRE_TU-JE DONNER_JE-TU DONNER_TU-IL DONNER_IL-JE DONNER_TU-JE DONNER_JE-IL DONNER_IL-TU PENSER SE_DEPLACER SE_DEPLACER+ TOUSSER TOUSSER- VOIR VOIR PAS VOMIR	A D V E R B E S : ***** APRES DEMAIN FUTUR AVANT HIER PASSE-TEMPS CONTRE COMBIEN
	M O T S - P H R A S E S : ***** AUREVOIR BONJOUR
	P R O N O M S : ***** JE TU IL
	D E T E R M I N A N T S : ***** LA UN

Séquences XML correspondante

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM "LSF.dtd">

<SYNTHESE_SIGNES>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Tout les signes.</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">Tout les signes.</TEXTE_CIBLE>
  <SEQUENCE>

```

<SIGNE ID=" N O M S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="CACHET">
 <SIGNE ID="CUISINE">
 <SIGNE ID="DENTIFRICE">
 <SIGNE ID="ENFANT">
 <SIGNE ID="GARAGE">
 <!-- <SIGNE ID="BOITE"/>-->
 <SIGNE ID="LIVRE">
 <SIGNE ID="PLANTE">
 <SIGNE ID="SALON">
 <SIGNE ID="SIROP">
 <SIGNE ID="TOUX">
 <SIGNE ID="VERRE">
 <SIGNE ID="VOITURE">
 <SIGNE ID="WEEKEND">

 <SIGNE ID=" V E R B E S : ">
 <SIGNE ID=" *****">

 <SIGNE ID="AIMER">
 <SIGNE ID="ARROSER">
 <SIGNE ID="DEPLACER_C-C">
 <SIGNE ID="DEPLACER_O-H-O-H">

 <SIGNE ID="DIRE_IL-JE">
 <SIGNE ID="DIRE_JE-IL">
 <SIGNE ID="DIRE_IL-TU">
 <SIGNE ID="DIRE_TU-IL">

 <SIGNE ID="DIRE_JE-TU">
 <SIGNE ID="DIRE_TU-JE">

 <SIGNE ID="DONNER_JE-TU">
 <SIGNE ID="DONNER_TU-IL">
 <SIGNE ID="DONNER_IL-JE">

 <SIGNE ID="DONNER_TU-JE">
 <SIGNE ID="DONNER_JE-IL">
 <SIGNE ID="DONNER_IL-TU">

 <SIGNE ID="PENSER">

 <SIGNE ID="SE_DEPLACER">
 <SIGNE ID="SE_DEPLACER+">

 <SIGNE ID="TOUSSER">
 <SIGNE ID="TOUSSER-">

 <SIGNE ID="VOIR">
 <SIGNE ID="VOIR_PAS">
 <SIGNE ID="VOMIR">

<SIGNE ID=" A D J E C T F S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="BON">
 <!-- <SIGNE ID="GRAND(G)"/>-->
 <SIGNE ID="GRAND(L)"/>
 <SIGNE ID="LOURD">
 <SIGNE ID="MALADE">

 <SIGNE ID=" A D V E R B E S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="APRES">
 <SIGNE ID="DEMAIN">
 <SIGNE ID="FUTUR">

 <SIGNE ID="AVANT">
 <SIGNE ID="HIER">
 <SIGNE ID="PASSE-TEMPS">

 <SIGNE ID="CONTRE">
 <SIGNE ID="COMBIEN">

 <SIGNE ID=" M O T S - P H R A S E S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="AUREVOIR">
 <SIGNE ID="BONJOUR">

 <SIGNE ID=" P R O N O M S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="JE">
 <SIGNE ID="TU">
 <SIGNE ID="IL">

 <SIGNE ID=" D E T E R M I N A N T S : ">
 <SIGNE ID=" *****">
 <SIGNE ID="LA">
 <SIGNE ID="UN">

 </SEQUENCE>
 </SYNTHESE_SIGNES>

ANNEXE XV

LISTE DES SORTIES XML SAUVEGARDÉES

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="AU_REVOIR"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Au revoir.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">au_revoir.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="BONJOUR"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Bonjour.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">bonjour.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="BON WEEKEND"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Bon week end.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">bon weekend.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="DEMAIN"/>
    <SIGNE ID="IL"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="TU"/>
    <SIGNE ID="MALADE"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Demain il pensera que tu es malade.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">demain il penser tu malade.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="ACCIDENT"/>
    <SIGNE ID="GROS"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
```

```

    <TEXTE_SOURCE LAN="français">Gros accident.\n\n</TEXTE_SOURCE>
    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">accident gros.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="VOITURE"/>
    <SIGNE ID="BLEU"/>
    <SIGNE ID="GROS">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="SS_LEMME"/>
          <END ID="SS_LEMME"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Grosse voiture bleue.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">voiture bleu gros'ssl.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="HIER"/>
    <SIGNE ID="TU"/>
    <SIGNE ID="TOUSSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Hier tu toussais.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">hier tu tousser.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="DIRE_IL-"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Il dit.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">dire'il'neutre.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="PASSÉ_TEMPS"/>
    <SIGNE ID="LIVRE"/>
    <SIGNE ID="UN"/>
    <SIGNE ID="DONNER_IL-JE">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="BCO"/>
          <END ID="BCO"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Il dit.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">dire'il'neutre.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il m' a donné un livre.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">passé_temps livre un'a donner'il'je'bco.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="CACHET"/>
    <SIGNE ID="UN"/>
    <SIGNE ID="DONNER_IL-JE">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="OUI"/>
          <END ID="OUI"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il me donne un cachet.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">cachet un'a donner'il'je'y.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="IL"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="TU"/>
    <SIGNE ID="TOUSSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il pense que tu tousses.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">il penser tu tousser.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="IL"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il pense.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">il penser.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="IL"/>
    <SIGNE ID="RÊVER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Il rêve.\n\n</TEXTE_SOURCE>

```

```

    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">il rêver.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="PLANTE"/>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="ARROSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">J' arrose la plante.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">plante pointeur'd je arroser'd.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="DEMAIN"/>
    <SIGNE ID="PLANTE"/>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="ARROSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">J' arroserai la plante demain.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">demain plante pointeur'd je arroser'd.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="DEMAIN"/>
    <SIGNE ID="PLANTE"/>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="ARROSER"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Je pense que demain j' arroserai la
plante.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">je penser demain plante pointeur'd je
arroser'd.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="JE"/>
    <SIGNE ID="PENSER"/>
    <SIGNE ID="TU"/>
    <SIGNE ID="MALADE"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="français">Je pense que tu es malade.\n\n</TEXTE_SOURCE>

```

```

    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">je penser tu malade.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="DIRE_JE-TU"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Je te dis.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">dire'je'tu.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="CAISSE"/>
    <SIGNE ID="LOURD">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="OO"/>
          <END ID="OO"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="DONNER_JE-TU">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="OO"/>
          <END ID="OO"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Je te donne la lourde caisse.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">caisse lourd'oo pointeur'a donner'je'tu'oo.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="VOITURE"/>
    <SIGNE ID="BLEU"/>
    <SIGNE ID="MON"/>
    <SIGNE ID="GROS"/>
    <SIGNE ID="DONNER_JE-TU"/>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Je te donne ma grosse voiture bleue.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">voiture bleu mon gros donner'je'tu'neutre.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="LIVRE"/>

```

```

<SIGNE ID="UN"/>
<SIGNE ID="DONNER_JE-TU">
  <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
    <CONFIG>
      <START ID="BCO"/>
      <END ID="BCO"/>
    </CONFIG>
  </CHANNEL>
</SIGNE>
<SIGNE ID="."/>
</SEQUENCE>
<TEXTE_SOURCE LAN="francais">Je te donne un livre.\n\n</TEXTE_SOURCE>
<TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">livre un'a donner'je'tu'bco.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="VERRE"/>
    <SIGNE ID="UN"/>
    <SIGNE ID="DONNER_JE-TU">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="C_VERTIC"/>
          <END ID="C_VERTIC"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Je te donne un verre.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">verre un'a donner'je'tu'cv.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="MOTO"/>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="AVANCER">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
        <CONFIG>
          <START ID="B_VERTIC"/>
          <END ID="B_VERTIC"/>
        </CONFIG>
      </CHANNEL>
    </SIGNE>
    <SIGNE ID="."/>
  </SEQUENCE>
  <TEXTE_SOURCE LAN="francais">La moto avance.\n\n</TEXTE_SOURCE>
  <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">moto pointeur'a avancer'bv.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
  <SEQUENCE>
    <SIGNE ID="VOITURE"/>
    <SIGNE ID="POINTEUR"/>
    <SIGNE ID="AVANCER">
      <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">

```



```

        <CONFIG>
            <START ID="B_HORIZ"/>
            <END ID="B_HORIZ"/>
        </CONFIG>
    </CHANNEL>
</SIGNE>
<SIGNE ID="."/>
</SEQUENCE>
<TEXTE_SOURCE LAN="francais">La voiture avance.\n\n</TEXTE_SOURCE>
<TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">voiture pointeur'a avancer'bh.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
    <SEQUENCE>
        <SIGNE ID="ENFANT"/>
        <SIGNE ID="POINTEUR"/>
        <SIGNE ID="AVANCER">
            <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
                <CONFIG>
                    <START ID="D_VERTIC"/>
                    <END ID="D_VERTIC"/>
                </CONFIG>
            </CHANNEL>
        </SIGNE>
        <SIGNE ID="."/>
    </SEQUENCE>
    <TEXTE_SOURCE LAN="francais">L' enfant avance.\n\n</TEXTE_SOURCE>
    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">enfant pointeur'a avancer'dv.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
    <SEQUENCE>
        <SIGNE ID="VOITURE"/>
        <SIGNE ID="BLEU"/>
        <SIGNE ID="MON"/>
        <SIGNE ID="GROS">
            <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
                <CONFIG>
                    <START ID="SS_LEMME"/>
                    <END ID="SS_LEMME"/>
                </CONFIG>
            </CHANNEL>
        </SIGNE>
        <SIGNE ID="."/>
    </SEQUENCE>
    <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Ma grosse voiture bleue.\n\n</TEXTE_SOURCE>
    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">voiture bleu mon gros'ssl.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
    <SEQUENCE>
        <SIGNE ID="FUTUR_TEMPS"/>
        <SIGNE ID="PLANTE"/>
        <SIGNE ID="UN"/>
        <SIGNE ID="DONNER_TU-IL">
            <CHANNEL TYPE="RIGHT_HAND">
                <CONFIG>

```

```

        <START ID="C_VERTICAL"/>
        <END ID="C_VERTICAL"/>
    </CONFIG>
</CHANNEL>
</SIGNE>
<SIGNE ID="."/>
</SEQUENCE>
<TEXTE_SOURCE LAN="francais">Tu lui donneras une plante.\n\n</TEXTE_SOURCE>
<TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">futur_temps plante un'a donner'tu'il'cv.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE SYNTHESE_SIGNES SYSTEM
"/users/langnat/donneesBalaena/feuillesDeStyle/sign.dtd">
<SYNTHESE_SIGNES>
    <SEQUENCE>
        <SIGNE ID="VOITURE"/>
        <SIGNE ID="BLEU"/>
        <SIGNE ID="."/>
    </SEQUENCE>
    <TEXTE_SOURCE LAN="francais">Voiture bleue.\n\n</TEXTE_SOURCE>
    <TEXTE_CIBLE LAN="sgn-FR">voiture bleu.</TEXTE_CIBLE>
</SYNTHESE_SIGNES>

```

1. Bonjour, il me dit qu'il pense que tu es malade. Hier, il t'a vu tousser. Demain, je te donnerai un cachet. Après tu passeras un bon WE ! Au revoir.
 1. Il ma dit pense toi malade. Hier toit tu touse ? au revoir Bon Week-end au revoir
 2. Bonjour, il m'a dit qu'il pense que tu es malade parce qu'hier il t'a vu tousser. Demain tu prendras un médicament comme ça tu passeras un bon week-end. Au revoir
 3. Bonjour il me dit qu'il pense que tu es malade. Hier j'ai vu que tu toussais. Demain, je te donnerai des cachets. Après bon week end.
 4. Bonjour il me dit il pense que tu malade, hier te voir tu touse demain le cachet et après bon week Nend au revoir
 5. Bonjour il m'a dit qu'il pense que tu es malade. Hier il t'a vu tousser. Demain prends des cachets après Bon weekend Au revoir
 6. Bonjour, il m'a dit qu'il pense que tu es malade. Hier je te vois qu'tu tousse. Demain, je te donnerai des cachets après toi boonn week end
 7. Bonjour, il m'a dit que tu es malade. Hier il t'a vu que tu tousses. Demain il te donnera le cachet. Après tu vas mieux et bon WE.
 8. Bonjour, il me dit, il me pense que tu es malade. Hier, tu as un toux. Demain je te donnerais les médicaments pour ce soir. Bon Weekend aurevoir
 9. Bonuour. Tu dit malade pense regarde tu tousses demain je dit des cachets. WEEKKEND Revoir
 10. Bonjour, il me dit qu'il pense que tu es malade, il voit que tu tousses, demain prend des cachets, ensuite bon W.end, au revoir.
2. Bonjour
 1. Bonjour
 2. Bonjour !
 3. Bonjour
 4. Bonjour
 5. Bonjour
 6. Bonjour
 7. Bonjour
 8. Bonjour
 9. Bonjour
 10. Bonjour
3. Il me dit
 1. Il ma dit
 2. On m'a dis / il m'a dis / elle m'a dis
 3. Il m'a dit
 4. Il m'a dit
 5. Il me dit
 6. Il me dit
 7. Il (elle) me dit
 8. Tu me dis
 9. Tu dis
 10. On me dit
4. Je te dis
 1. Je dis
 2. Dire / je dis
 3. Dire
 4. Dire
 5. Je dis
 6. Je dis
 7. Dire
 8. Je dis
 9. Dire
 10. Je dis
5. Tu tousses
 1. Toi tu touse
 2. Tu tousses
 3. Tu tousses
 4. Tu toux
 5. Tu tousses / tu es grippé
 6. Tu tousse
 7. Tu as le toux
 8. Tu as une toux
 9. Tu Tousses
 10. Tu tousses !?

6. Tu toussais

1. (Toi) hier tu touser
2. Tu as toussé
3. Avant tu toussais
4. Avant tu toux
5. Tu as toussé / tu as été grippé
6. Avant, tu toussais
7. Tu as le toux
8. Hier tu as une toux
9. Avant tu tousses
10. Avant tu toussais

7. Hier tu toussais

1. –
2. Hier tu toussais
3. Hier tu as toussé
4. Hier tu toux
5. Hier tu toussais
6. Hier tu toussais
7. Hier tu as le toux
8. Hier tu as une toux
9. Hier tu tousses
10. Hier tu toussais

8. Tu es malade

1. Toi tu est malade
2. Tu es malade
3. Tu es malade
4. Tu es malade
5. Tu es malade ?
6. Tu es malade
7. Tu es malade
8. Tu es malade
9. Tu malade
10. Tu es malade ! ?

9. Tu étais malade

1. Maintenant tu est malade
2. Tu as étais malade
3. Avant tu étais malade
4. Avant tu es malade
5. Tu as été malade
6. Avant tu étais malade
7. Avant tu était malade (main avant ?)
8. Hier, tu es malade
9. Avant tu es malade
10. Avant tu étais malade

10. Hier tu étais malade

1. Hier tu été malade
2. Hier tu étais malade
3. Hier tu as été malade
4. Hier tu es malade
5. Hier tu as été malade
6. Hier tu étais malade
7. Hier tu es malade
8. Avant tu es malade
9. Hier tu es malade
10. Hier tu étais malade

11. J'arrose la plante

1. j'ai trouvée de l'huile
2. je t'explique, je mets de l'huile
3. j'arrose les plantes
4. pate [plante] je arrose
5. j'arrose les plantes
6. j'arrose plante (moyen)
7. j'arrose des plantes
8. la plante, l'huile
9. plante j'arrosse eau
10. j'ai arrosé des plantes

12. J'arroserai la plante demain

1. Demain je trouverai l'huile
2. Demain, je t'explique, je mets de l'huile
3. Demain j'arroserai les plantes
4. Demain pate [plante] je arrose
5. Demain j'arroserai les plantes
6. Demain j'arroserai plante
7. Demain, je vais arranger des plantes
8. La plante, je fais la sauce
9. Demain j'arrosse plante
10. Demain j'arroserai les plantes

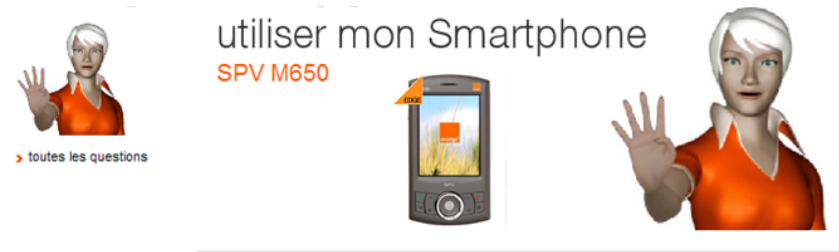
13. Il pense

1. Lui il pense
2. Il pense
3. Il pense
4. Il pense
5. Il pense
6. Il pense
7. Il pense
8. Il pense à moi demain
9. quel je pense
10. il pense

14. Demain il pensera que tu es malade
 1. Lui il pense que demain il sera malade
 2. Il pense que demain tu seras malade
 3. Il pense que demain tu seras malade
 4. Il pense demain tu malade
 5. Il pense que demain tu seras malade
 6. Il pense que tu seras malade demain
 7. Il pense que tu vas être malade demain
 8. Il pense que tu seras malade
 9. Il pense demain tu malade
 10. Il pense que demain tu seras malade
15. Il pense que tu tousses
 1. Lui pense que lautre touse
 2. Il pense que tu tousses
 3. Il pense que tu tousses
 4. Il pense tu toux
 5. Il pense que tu tousses
 6. Il pense que tu tousse
 7. Il pense que tu as le toux
 8. Il pense que tu as une toux
 9. Il pense tu tousses
 10. Il pense que tu tousses
16. Il pensera que demain tu seras malade
 1. Lui pense que demain tu sera malade
 2. Demain, il pense que tu seras malade
 3. Il pense que tu tousses
 4. Demain il pense tu malade
 5. Il pense que demain tu seras malade
 6. Demain il pensera que tu sera malade
 7. Il pense que tu vas être malade demain
 8. Il pense que demain tu seras malade
 9. Demain il pense tu es malade
 10. Il pense que tu seras malade demain (il pensera)
17. Je pense qu'il est malade
 1. Moi pense lui malade
 2. Je pense qu'il est malade
 3. Je pense qu'il est malade
 4. Je pense tu malade
 5. Je pense qu'il est malade
 6. Je pense qu'il est malade
 7. Je pense qu'il est malade
 8. Je pense qu'il est malade
9. Moi pense tu es malade
10. Je pense qu'il est malade
18. Je pense que demain j'arroserai la plante
 1. Moi je pense que demain salade à l'huile
 2. Je pense que demain je t'expliquerai à mettre l'huile
 3. Je pense que demain j'arroserai les plantes
 4. Je pense demain pate [plante] arrose
 5. Moi je pense que demain j'arroserai les plantes
 6. Je pense que j'arroserai plante demain
 7. Je pense que je vais arroser des plantes demain
 8. Je pense que demain, on fait une sauce avec les pâtes
 9. Je pense demain plante j'arrose
 10. Je pense que demain j'arroserai les plante
19. Il me donne un cachet
 1. Je dit à lui et il me dit à moi
 2. Je me mouche, il m'a dit
 3. Non compris : cachets ? dire ?
 4. Qui a dit viens me dire
 5. Je lui ai dit et il m'a dit (incompréhensible)
 6. Il me donne des cachets
 7. (Pas compris)
 8. Il me dit
 9. ??? tu dit
 10. ????
20. Je te donne un verre
 1. CocaCola je te donne
 2. Je te donne un verre
 3. Je te donne le verre
 4. Page donne
 5. Apprendre à donner
 6. Je te donne une verre (moyen)
 7. J'apprends (pas compris)
 8. Je donne un verre
 9. Verre donner
 10. Je (te) donne un verre

21. Je te donne un livre
 1. Livre je te donne
 2. Je te donne un livre
 3. Je te donne le livre
 4. Livre donne
 5. Je te donne un livre
 6. Je te donne un livre
 7. Je te donne un livre
 8. Je donne un livre
 9. Livre donner
 10. Je (te) donnes un livre
22. Il me donne un livre
 1. Livre il me dit
 2. Il me donne un livre
 3. Il me donne le livre
 4. Livre me donne
 5. Il me donne un livre
 6. Il me donne un livre
 7. Il me donne un livre
 8. Il me donne un livre
 9. Livre donner
 10. Il me donne un livre
23. Il m'a donné un livre
 1. Hier il me donne un livre
 2. Il m'avait donné un livre
 3. Avant il m'a donné le livre
 4. Avant livre me donne
 5. Il m'a donné un livre
 6. Avant il m'a donné le livre
 7. Avant il m'a donné un livre
 8. Hier, il m'a donné un livre
 9. Avant livre donner
 10. Avant il m'a donné un livre (il m'avait donné un livre)
24. Hier il m'a donné un livre
 1. Il me dit un livre
 2. Hier il m'a donné un livre
 3. Hier il m'a donné le livre
 4. Hier livre me donne
 5. Hier il m'a donné un livre
 6. Hier il m'a donné le livre
 7. Hier il m'a donné un livre
 8. Il m'a donné un livre
 9. Hier livre donner
 10. Hier il m'a donné un livre
25. Je te donne la lourde caisse
 1. Je te dit maintenant de te mettre dans le fauteuil
 2. Maintenant, je décide de ce que je veux te dire (pas trop compréhensible)
 3. Je donne une boîte lourde
 4. Carton me donne
 5. Je t'apporte un paquet lourd
 6. Tu veux que je te donne un orange
 7. (pas compris)
 8. Je t'apporte un paquet lourd
 9. Colis lourd donner
 10. Je te donne un paquet lourd
26. J'avance
 1. Moi je marche en zigzag
 2. Je zigzag
 3. Non compris
 4. Je fidèle
 5. Je titube
 6. Je serpente
 7. Je serpente
 8. Je titube
 9. Je dis passer
 10. (je dis non) (je marche en zigzag)
27. La voiture avance
 1. Je conduit en zigzag
 2. Je conduit doucement
 3. La voiture se circule
 4. Conduire la voiture
 5. En voiture je zigzag
 6. Je conduit (ivre par expression des yeux)
 7. Je conduis en zic-zac
 8. Ma voiture conduit mal
 9. Voiture glisse
 10. La voiture dérape
28. Au revoir
 1. Aurevoir
 2. Au revoir
 3. Au revoir
 4. Au revoir
 5. Au revoir
 6. Au revoir
 7. Au revoir
 8. Au revoir
 9. Revoir
 10. Au revoir

La capture d'écran ci-dessous montre en parallèle la page web (sur la gauche) et le « texte » LSF correspondant. Ce texte correspond à la séquence jouée par l'avatar lorsque le lecteur clique sur la vignette correspondante.



Téléphone-portable là comment marche

(là est un pointeur vers la photo du Smartphone)

Questions-questions-questions

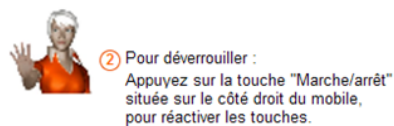
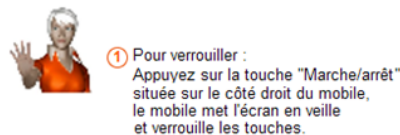


D--(tel)-range-dans-poche ou D--(tel)-range-dans-sac sac-à-main

Téléphone-portable D--lui D--lui-même D--appelle-la-la-la
faut tu penses Téléphone-portable C--(tel)-clavier C--(tel)-verrouille

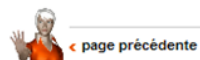
Moi-même C--(tel)-clavier C--(tel)-verrouille comment ?

Comment verrouiller manuellement le clavier ?



Plus d'informations sur le SPV M650

Accéder au forum SPV



haut de page

toutes les questions

C--(tel)-clavier C--(tel)-verrouille comment ?

Téléphone-portable D--(tel)-penche

D-(penché)--(tel)-bouton marche ou arrêt

bouton(reprise du même bouton) appuyer[sur-bouton].

Téléphone-portable écran L--s-éteint C--clavier C--s-éteint

C--(tel)-clavier ouvrir comment ?

Téléphone-portable D--(tel)-penche

D-(penché)--(tel)-bouton marche ou arrêt

bouton(reprise du même bouton) appuyer[sur-bouton].

Maintenant C--(tel)-clavier saisie-touches tu peux

(Veux-toi savoir tel-portable lui) informations plus

Forum SPV pi

Retour-arrière

Retour en-haut